Physik

1.	Präambel	2
2.	Grundlagen der Leistungsbewertung	3
3.	Hausaufgaben-Konzept	8
4.	Lehrbücher und Medien	8
5.	Curriculum der Jahrgangsstufe 6	9
6.	Curriculum der Jahrgangsstufe 8	20
7.	Curriculum der Jahrgangsstufe 9	30
8.	Curriculum Jahrgangsstufe 10	33
9.	Curriculum Jahrgangsstufe 11/ EF	42
10.	Curriculum Jahrgangsstufe 12 / Q1	
	9.1 Grundkurs	52
	9.2 Leistungskurs	66
11.	Curriculum Jahrgangsstufe 13 / Q2	
	10.1 Grundkurs	97
	10.2 Leistungskurs	113
12.	Projekte	135

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

1. Präambel

Naturwissenschaft und Technik prägen unsere Gesellschaft in allen Bereichen und bilden heute einen bedeutenden Teil unserer kulturellen Identität. Sie bestimmen maßgeblich unser Weltbild, das schneller als in der Vergangenheit Veränderungen durch aktuelle Forschungsergebnisse erfährt. Das Wechselspiel zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und technischer Anwendungen bewirkt einerseits Fortschritte auf vielen Gebieten, vor allem auch bei der Entwicklung und Anwendung von neuen Technologien und Produktionsverfahren. Andererseits birgt das Streben nach Fortschritt auch Risiken, die bewertet und beherrscht werden müssen. Naturwissenschaftlich-technische Erkenntnisse und Innovationen stehen damit zunehmend im Fokus gesellschaftlicher Diskussionen und Auseinandersetzungen. Eine vertiefte naturwissenschaftliche Bildung bietet dabei die Grundlage für fundierte Urteile in Entscheidungsprozessen über erwünschte oder unerwünschte Entwicklungen.

Die Physik als theoriegeleitete und experimentell orientierte Erfahrungswissenschaft stellt wesentliche Grundlagen für das Verstehen natürlicher Phänomene und Prozesse zur Verfügung. Sie macht Vorgänge über menschliche Wahrnehmung hinaus quantifizierbar und messbar und stellt gefundene Zusammenhänge als Gesetzmäßigkeiten dar. Sie liefert übergreifende Theorien sowie Modelle zu Vorhersagen der Ergebnisse von Wirkungszusammenhängen, zur Erklärung und Beschreibung natürlicher und technischer Abläufe und darüber hinaus Kriterien für die Beurteilung technischer Systeme und Entwicklungen. Dabei spielen sowohl die Beschreibung von Phänomenen in einer exakten Fachsprache, das zielgerichtete ergebnisorientierte Testen von Hypothesen durch Experimente, als auch das logische Schließen und Argumentieren eine besondere Rolle. Kennzeichnend sind dabei sowohl das Formalisieren und Mathematisieren physikalischer Sachverhalte als auch das ordnende Strukturieren fachwissenschaftlicher Erkenntnisse. Physikalisches Wissen ermöglicht dem Individuum ein Verständnis der materiellen Welt sowie eine aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation, Meinungsbildung und Entscheidungsfindung zu naturwissenschaftlichen Problemlösungen und technischen Entwicklungen. Es trägt deshalb zu einer vertieften Allgemeinbildung bei.

1 Die Fachgruppe Physik des SGE

Das SGE befindet sich in einer Kreisstadt im Westen von NRW. Zurzeit unterrichten unsere Lehrerinnen und Lehrer knapp 1000 Schülerinnen und Schüler, die vorwiegend aus der Stadt des Schulstandorts stammen. Diese Stadt ist von ihrer Geschichte her eher industriell geprägt, befindet sich aber in einem Wandel, der noch nicht abgeschlossen ist. Insgesamt ist die Schülerschaft in ihrer Zusammensetzung eher heterogen.

Auch mit Blick auf diese Zusammensetzung besteht ein wesentliches Leitziel der Schule in der individuellen Förderung. Die Fachgruppe Physik versucht in besonderem Maße, jeden Lernenden in seiner Kompetenzentwicklung möglichst weit zu bringen. Außerdem wird angestrebt, Interesse an einem naturwissenschaftlich geprägten Studium oder Beruf zu wecken. In diesem Rahmen sollen u.a. Schülerinnen und Schüler mit besonderen Stärken im Bereich Physik unterstützt werden. Dieses drückt sich in konkreten Zusatzangeboten (JIA / Grundschulforscher) ebenso aus wie in der Teilnahme von Schülergruppen an Wettbewerben wie *Jugend forscht* oder der *Physikolympiade.* In enger Kooperation mit der RWTH Aachen (z.B. ANTalive) ermöglichen wir besonders begabten Lernenden die Teilnahme an Seminaren. Hier können sie sogar schon Leistungsnachweise erwerben, die ihnen in einem späteren Studium anerkannt werden.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Absprachen und gemeinsames Arbeiten zwischen den Fachkollegen führen zur Standardisierung von Materialien und Fachinhalten. Auch in der Oberstufe ist der Austausch zu Inhalten, methodischen Herangehensweisen und zu fachdidaktischen Problemen intensiv. Insbesondere durch Doppelstunden können Experimente in einer einzigen Unterrichtsphase gründlich vorbereitet und ausgewertet werden.

Die Ausstattung mit experimentiergeeigneten Fachräumen und mit Materialien ist überdurchschnittlich, gerade auch im Bereich der Schülerversuche. Darüber hinaus setzen wir Schwerpunkte in der Nutzung von neuen Medien, wozu regelmäßig kollegiumsinterne Fortbildungen angeboten werden. Im Fach Physik gehört dazu auch die Erfassung von Daten und Messwerten mit modernen digitalen Medien. Es existiert ein physikinterner Laptop-Pool zur Verwendung im Unterricht. An der Schule existieren daneben Computerräume, die nach Reservierung auch von Physikkursen für bestimmte Unterrichtsprojekte genutzt werden können.

In der Oberstufe sind durchschnittlich ca.120 Schülerinnen und Schüler pro Stufe. Das Fach Physik ist in der Regel in der Einführungsphase mit zwei Grundkursen, in der Qualifikationsphase je Jahrgangsstufe mit ein bis zwei Grundkursen und einem Leistungskurs in Kooperation mit der benachbarten Bischöflichen Liebfrauenschule (BLS) vertreten. Die Lehrerbesetzung in Physik ermöglicht einen ordnungsgemäßen Fachunterricht in der Sekundarstufe I. Auch die Kursangebote in der Oberstufe sind gesichert.

2. Grundlagen der Leistungsbewertung

In **Lernsituationen** ist das Ziel der Kompetenzerwerb. Fehler und Umwege dienen den Schülerinnen und Schülern als Erkenntnismittel, den Lehrkräften geben sie Hinweise für die weitere Unterrichtsplanung. Das Erkennen von Fehlern und der konstruktiv-produktive Umgang mit ihnen sind ein wesentlicher Teil des Lernprozesses.

Bei **Leistungs- und Überprüfungssituationen** steht dagegen der Nachweis der Verfügbarkeit der erwarteten bzw. erworbenen Kompetenzen im Vordergrund. Um Prüfungssituationen transparent und einheitlich zu gestalten, hat die Fachkonferenz auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOSt sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Physik im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

In Anlehnung an das Kapitel 3 des KLP Physik Lehrplan werden im Folgenden für den Physikunterricht geeignete Überprüfungsformen angegeben, die Möglichkeiten bieten, Leistungen im Bereich der „sonstigen Mitarbeit“ oder den Klausuren zu überprüfen. Um abzusichern, dass am Ende der Qualifikationsphase von den Schülerinnen und Schülern alle geforderten Kompetenzen erreicht werden, sind alle Überprüfungsformen notwendig. Besonderes Gewicht wird im Grundkurs auf experimentelle Aufgaben und Aufgaben zur Datenanalyse gelegt.

Überprüfungsform	Beschreibung
Darstellungsaufgaben	Beschreibung und Erläuterung eines physikalischen Phänomens Darstellung eines physikalischen Zusammenhangs Bericht über Erfahrungen und Ereignisse, auch aus der Wissenschaftsgeschichte
Experimentelle Aufgaben	Qualitative Erkundung von Zusammenhängen Messung physikalischer Größen Quantitative Untersuchung von Zusammenhängen Prüfung von Hypothesen und theoretischen Modellen
Aufgaben zur Datenanalyse	Aufbereitung und Darstellung von Daten Beurteilung und Bewertung von Daten, Fehlerabschätzung Prüfung von Datenreihen auf Trends und Gesetzmäßigkeiten Auswertung von Daten zur Hypothesengenerierung Videoanalysen
Herleitungen mit Hilfe von Theorien und Modellen	Erklärung eines Zusammenhangs oder Überprüfung einer Aussage mit einer Theorie oder einem Modell Vorhersage oder Begründung eines Ereignisses oder Ergebnisses aufgrund eines theoretischen Modells Mathematisierung und Berechnung eines physikalischen Zusammenhangs Deduktive Herleitung eines bekannten oder neuen Zusammenhangs mit Hilfe theoretischer Überlegungen
Rechercheaufgaben	Erarbeiten von physikalischen Zusammenhängen der Gewinnung von Daten aus Fachtexten und anderen Darstellungen in verschiedenen Medien Strukturierung und Aufbereitung recherchierter Informationen Kriteriengestütze Bewertung von Informationen und Informationsquellen
Dokumentationsaufgaben	Protokolle von Experimenten und Untersuchungen Dokumentation von Projekten Portfolio
Präsentationsaufgaben	Vorführung/Demonstration eines Experiments Vortrag, Referat, Fachartikel, Medienbeitrag (Text, Film, Podcast, usw.)
Bewertungsaufgaben	Physikalischen fundierte Stellungnahme zu (umstrittenen) Sachverhalten oder zu Medienbeiträgen Abwägen zwischen alternativen wissenschaftlichen bzw. technischen Problemlösungen Argumentation und Entscheidungsfindung in Konflikt-oder Dilemmasituationen

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Beurteilungsbereich Klausuren

Verbindliche Absprache:

Die Aufgaben für Klausuren in parallelen Kursen werden im Vorfeld abgesprochen und nach Möglichkeit gemeinsam gestellt.

Für Aufgabenstellungen mit experimentellem Anteil gelten die Regelungen, die in Kapitel 3 des KLP formuliert sind.

Dauer und Anzahl richten sich nach den Angaben der APO-GOSt.

Einführungsphase:

Eine Klausur pro Halbjahr (90 Minunten).

Qualifikationsphase 1:

2 Klausuren pro Halbjahr: Im ersten Halbjahr 90 Minuten im GK und 135 Minuten im LK und im zweiten Halbjahr 135 Minuten im GK und 180 Minuten im LK.

Die erste Klausur im 2. Halbjahr kann durch eine Facharbeit ersetzt werden.

Qualifikationsphase 2.1:

Zwei Klausuren (180 Minuten im GK und 225 Minuten im LK

Qualifikationsphase 2.2:

Eine Klausur, die, was den formalen Rahmen angeht, unter Abiturbedingungen geschrieben wird.

In der Qualifikationsphase werden die Notenpunkte durch äquidistante Unterteilung der Notenbereiche (mit Ausnahme des Bereichs ungenügend) erreicht.

Note	Punkte nach Notentendenz	Notendefinition
sehr gut	(15-13 Punkte)	Die Leistungen entsprechen den Anforderungen in besonderem Maße.
gut	(12-10 Punkte)	Die Leistungen entsprechen den Anforderungen voll.
befriedigend	(9-7 Punkte)	Die Leistungen entsprechen den Anforderungen im Allgemeinen.
ausreichend	(6-5 Punkte)	Die Leistungen weisen zwar Mängel auf, entsprechen aber im Ganzen noch den Anforderungen.
schwach ausreichend	(4 Punkte)	Die Leistungen weisen Mängel auf und entsprechen den Anforderungen nur noch mit Einschränkungen.
mangelhaft	(3 - 1 Punkte)	Die Leistungen entsprechen den Anforderungen nicht, lassen jedoch erkennen, dass die notwendigen Grundkenntnisse vorhanden sind und die Mängel in absehbarer Zeit behoben werden können.
ungenügend	(0 Punkte)	Die Leistungen entsprechen den Anforderungen nicht und selbst die Grundkenntnisse sind so lückenhaft, dass die Mängel in absehbarer Zeit nicht behoben werden können.

Die Leistungsbewertung in den **Klausuren** soll mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Erwartungshorizonts zu den Teilleistungen durchgeführt werden. Dieser Erwartungshorizont wird den korrigierten Klausuren beigefügt und den Schülerinnen und Schüler auf diese Weise transparent gemacht.

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 45 % der Hilfspunkte erteilt werden. Von dem Zuordnungsschema kann abgewichen werden, wenn sich z.B. besonders originelle Teillösungen nicht durch Hilfspunkte gemäß den Kriterien des Erwartungshorizonts abbilden lassen oder eine Abwertung wegen besonders schwacher Darstellung angemessen erscheint.

In Klausuren wird neben der Verdeutlichung des fachlichen Verständnisses auch die Darstellung bedeutsam. Daher muss diesem Sachverhalt bei der Leistungsbewertung hinreichend Rechnung getragen werden.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Beurteilungsbereich Sonstige Mitarbeit

Zu den Bestandteilen der sonstigen Leistungen im Unterricht/ sonstigen Mitarbeit zählen unter anderem unterschiedliche Formen der selbstständigen und kooperativen Aufgabenerfüllung, Beiträge zum Unterricht, von der Lehrkraft abgerufene Leistungsnachweise wie z. B . die schriftliche Übung, von der Schülerin oder dem Schüler vorbereitete, in abgeschlossener Form eingebrachter Elemente zur Unterrichtsarbeit, die z.B. in Form von Präsentationen, Protokollen, Referaten und Portfolios möglich werden. Schülerinnen und Schüler bekommen durch die Verwendung einer Vielzahl von unterschiedlichen Überprüfungsformen vielfältige Möglichkeiten ihre eigene Kompetenzentwicklung darzustellen und zu dokumentieren.

Folgende Aspekte können bei der Leistungsbewertung der sonstigen Mitarbeit eine Rolle spielen (die Liste ist nicht abschließend):

- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Verständlichkeit und Präzision beim zusammenfassenden Darstellen und Erläutern von Lösungen einer Einzel-, Partner-, Gruppenarbeit oder einer anderen Sozialform sowie konstruktive Mitarbeit bei dieser Arbeit
- Klarheit und Richtigkeit beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben physikalischer Sachverhalte
- sichere Verfügbarkeit physikalischen Grundwissens (z. B. physikalische Größen, deren Einheiten, Formeln, fachmethodische Verfahren)
- situationsgerechtes Anwenden geübter Fertigkeiten
- angemessenes Verwenden der physikalischen Fachsprache
- konstruktives Umgehen mit Fehlern
- fachlich sinnvoller, sicherheitsbewusster und zielgerichteter Umgang mit Experimentalmedien
- fachlich sinnvoller und zielgerichteter Umgang mit Modellen, Hilfsmitteln und Simulationen
- zielgerichtetes Beschaffen von Informationen
- Erstellen von nutzbaren Unterrichtsdokumentationen, ggf. Portfolio
- Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Zielbezogenheit und Adressatengerechtigkeit von Präsentationen, auch mediengestützt
- sachgerechte Kommunikationsfähigkeit in Unterrichtsgesprächen und Kleingruppenarbeiten
- Einbringen kreativer Ideen
- fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Überprüfungen

Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere **Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit** erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene Kriterien angesprochen werden. Hier werden zentrale Stärken als auch Optimierungsperspektiven für jede Schülerin bzw. jeden Schüler hervorgehoben.

Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die **mündliche Mitarbeit** erfolgen auf Nachfrage der Schülerinnen und Schüler außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber in Form von mündlichem Quartalsfeedback oder Eltern-/Schülersprechtagen. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

Mündliche Abiturprüfungen

Auch für das mündliche Abitur (im 4. Fach oder bei Abweichungs- bzw. Bestehensprüfungen im 1. bis 3. Fach) wird ein Erwartungshorizont für den ersten und zweiten Prüfungsteil vorgelegt, aus dem auch deutlich wird, wann eine gute oder ausreichende Leistung erreicht wird.

3. Hausaufgaben-Konzept

Die Hausaufgaben im Fach Physik orientieren sich am allgemeinen Hausaufgabenkonzept der Schule.

4. Lehrbücher und Medien

Als Lehrwerke sind in der Sekundarstufe I die Reihe Fokus-Physik und in der Sekundarstufe II der Physik-Band Dorn-Bader eingeführt. Daneben wird im Leistungskurs der Physik-Band Metzler genutzt. Weitere Unterrichtsmaterialien sind: Tafelwerk (Formelsammlung), GTR, Laptops mit Internetzugang, interaktive Medien und CASSY als computergestütztes Messwerterfassungssystem.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

5. Curriculum Jahrgangsstufe 6

Jgst/Nr.	Inhaltsfeld 1: Temperatur und Wärme
6	***Inhaltliche Schwerpunkte:*** • thermische Energie: Wärme, Temperatur und Temperaturmessung • Wärmetransport: Wärmemitführung, Wärmeleitung, Wärmestrahlung; Temperaturausgleich; Wärmedämmung • Wirkungen von Wärme: Veränderung von Aggregatzuständen und Wärmeausdehnung

Kompetenzerwartungen

Umgang mit Fachwissen	Erkenntnisgewinnung
Die Schülerinnen und Schüler können... • die Veränderung der thermischen Energie unterschiedlicher Körper sowie den Temperaturausgleich zwischen Körpern durch Zuführung oder Abgabe von Wärme an alltäglichen Beispielen beschreiben, • die Begriffe Temperatur und Wärme unterscheiden und sachgerecht verwenden, • an Beispielen aus Alltag und Technik Auswirkungen der Wärmeausdehnung von Körpern und Stoffen beschreiben, • die Auswirkungen der Anomalie des Wassers und deren Bedeutung für natürliche Vorgänge beschreiben, • die Definition der Celsiusskala zur Temperaturmessung erläutern , • Verfahren der Wärmedämmung anhand der jeweils relevanten Formen des Wärmetransports (Mitführung, Leitung, Strahlung) erklären.	**Die Schülerinnen und Schüler können ...** • Temperaturen mit analogen und digitalen Instrumenten messen, • erhobene Messdaten zu Temperaturentwicklungen nach Anleitung in Tabellen und Diagramme übertragen sowie Daten aus Diagrammen entnehmen, • aus Beobachtungen und Versuchen zu Wärmephänomenen (u.a. Wärmeausdehnung, Wärmetransport, Änderung von Aggregatzuständen) einfache Schlussfolgerungen ziehen und diese nachvollziehbar darstellen, • Aggregatzustände, Übergänge zwischen ihnen sowie die Wärmeausdehnung von Stoffen mit einem einfachen Teilchenmodell erklären .

Bewertung **Die Schülerinnen und Schüler können ...**	**Beiträge zu den Basiskonzepten**
• reflektiert und verantwortungsvoll Schutzmaßnahmen gegen Gefahren durch Verbrennung und Unterkühlung begründen.	**Energie:** Einfache energetische Vorgänge können mithilfe der thermischen Energie als einer ersten Energieform beschrieben werden. **Struktur der Materie:** Der Aufbau von Stoffen und die Änderung von Aggregatzuständen lassen sich mit einem einfachen Teilchenmodell erklären. **Wechselwirkung:** Körper wechselwirken über Wärmetransportarten miteinander. **System:** Temperaturunterschiede stellen ein systemisches Ungleichgewicht dar, welches durch Wärmetransport in ein Gleichgewicht gebracht wird.

Jgst/Nr.	Inhaltsfeld 2: Elektrischer Strom und Magnetismus
6	***Inhaltliche Schwerpunkte:*** • Stromkreise und Schaltungen: Spannungsquellen, Leiter und Nichtleiter, verzweigte Stromkreise, Elektronen in Leitern • Wirkungen des elektrischen Stroms: Wärmewirkung, magnetische Wirkung, Gefahren durch Elektrizität • magnetische Kräfte und Felder: anziehende und abstoßende Kräfte, Magnetpole, magnetische Felder, Feldlinienmodell, Magnetfeld der Erde • Magnetisierung: magnetisierbare Stoffe, Modell der Elementarmagnete

Kompetenzerwartungen:

Umgang mit Fachwissen Die Schülerinnen und Schüler können...	Erkenntnisgewinnung Die Schülerinnen und Schüler können ...
• den Aufbau einfacher elektrischer Stromkreise erläutern und die Verwendung von Reihen- und Parallelschaltungen begründen. • Stromwirkungen (Wärme, Licht, Magnetismus) und damit verbundene Energieumwandlungen fachsprachlich angemessen beschreiben und Beispiele für ihre Nutzung in elektrischen Geräten angeben. • die Funktionsweise von elektrischen Sicherungseinrichtungen (Schmelzsicherung, Sicherungsautomat, Schutzleiter) in Grundzügen erklären. • an Beispielen von elektrischen Stromkreisen den Energiefluss sowie die Erhaltung und Entwertung von Energie darstellen. • ferromagnetische Elemente benennen. • Kräfte zwischen Magneten sowie zwischen Magneten und magnetisierbaren Stoffen mit der Fernwirkung über magnetische Felder erklären. • in Grundzügen Eigenschaften des Magnetfeldes der Erde beschreiben und die Funktionsweise eines Kompasses erklären.	• zweckgerichtet einfache elektrische Schaltungen planen und aufbauen, auch als Parallel- und Reihenschaltung sowie UND- bzw. ODER-Schaltung. • Stromkreise durch Schaltsymbole und Schaltpläne darstellen und einfache Schaltungen nach Schaltplänen aufbauen. • in eigenständig geplanten Versuchen die Leitungseigenschaften verschiedener Stoffe ermitteln und daraus Schlüsse zu ihrer Verwendbarkeit auch unter Sicherheitsaspekten ziehen. • mit einem einfachen Elektronen-Atomrumpf-Modell Stromfluss und Wärmewirkung in Stromkreisen erklären. • durch systematisches Probieren einfache magnetische Phänomene erkunden. • die Magnetisierung bzw. Entmagnetisierung von Stoffen sowie die Untrennbarkeit der Pole mithilfe des Modells der Elementarmagnete erklären. • mit dem Modell der Feldlinien die Richtung und Stärke magnetischer Kräfte im Raum darstellen.

Bewertung	Beiträge zu den Basiskonzepten
Die Schülerinnen und Schüler können ... • auf einem grundlegenden Niveau (Sichtung mit Blick auf Nennspannung, offensichtliche Beschädigungen, Isolierung) über die gefahrlose Nutzbarkeit von elektrischen Geräten entscheiden. • Möglichkeiten zum sparsamen Gebrauch von Elektrizität im Haushalt nennen und diese unter verschiedenen Kriterien bewerten. • Maßnahmen zum Schutz vor unerwünschten Magnetfeldern begründen.	**Energie:** In Stromkreisen wird elektrische Energie transportiert, umgewandelt und entwertet; Batterien und Akkumulatoren speichern Energie. **Struktur der Materie:** Elektrischer Strom kann mithilfe eines Modells frei beweglicher Elektronen in einem Leiter beschrieben werden. Magnetisierbarkeit ist eine charakteristische Stoffeigenschaft und kann mithilfe eines Modells ausgerichteter magnetischer Bereiche erklärt werden. **Wechselwirkung:** Erwärmung ist eine Folge der Wechselwirkung zwischen Teilchen beim Stromfluss. Magnete wechselwirken mit anderen Magneten und Körpern aus ferromagnetischen Stoffen; diese Fernwirkungskräfte lassen sich durch Felder beschreiben. **System:** Ein elektrischer Stromkreis stellt ein geschlossenes System dar. Das Zusammenwirken seiner Komponenten bestimmt die Funktion einfacher elektrischer Geräte.

Jgst/Nr.	Inhaltsfeld 3: Schall
6	***Inhaltliche Schwerpunkte:*** • Schwingungen und Schallwellen: Tonhöhe und Lautstärke, Schallausbreitung, Absorption, Reflexion • Schallquellen und Schallempfänger: Sender-Empfängermodell; Ultraschall in Tierwelt, Medizin und Technik; Lärm und Lärmschutz

Kompetenzerwartungen

Umgang mit Fachwissen	Erkenntnisgewinnung
Die Schülerinnen und Schüler können... • die Entstehung und Wahrnehmung von Schall durch Schwingungen von Gegenständen mit den bestimmenden Grundgrößen Tonhöhe und Lautstärke beschreiben, • Eigenschaften von hörbarem Schall, Ultraschall und Infraschall unterscheiden und dazu Beispiele aus Natur, Medizin und Technik nennen , • Reflexion und Absorption von Schall anhand von Beispielen erläutern , • Lautstärken den Skalenwerten des Schalldruckpegels zuordnen und Auswirkungen von Schall und Lärm auf die menschliche Gesundheit erläutern.	**Die Schülerinnen und Schüler können ...** • die Ausbreitung von Schall in verschiedenen Medien mithilfe eines Teilchenmodells erklären, • an ausgewählten Musikinstrumenten (Saiteninstrumente, Blasinstrumente) Möglichkeiten der Veränderung von Tonhöhe und Lautstärke zeigen und erläutern, • mittels in digitalen Alltagsgeräten verfügbarer Sensoren Schallpegel-messungen durchführen und diese interpretieren, • Schallschwingungen und deren Darstellungen auf digitalen Geräten in Grundzügen analysieren.
Bewertung **Die Schülerinnen und Schüler können ...** • Maßnahmen benennen und beurteilen, die in verschiedenen Alltags-situationen zur Vermeidung von und zum Schutz vor Lärm ergriffen werden können, • Lärmbelastungen bewerten und daraus begründete Konsequenzen ziehen.	**Beiträge zu den Basiskonzepten** **Energie:** Schallwellen transportieren Energie. **Struktur der Materie:** Schall wird durch schwingende Teilchen transportiert und benötigt somit ein Medium zur Ausbreitung. **Wechselwirkung:** Schall bringt Körper zum Schwingen, schwingende Körper erzeugen Schall, Schall kann absorbiert oder reflektiert werden. **System:** Schallquelle, Transportmedium und Schallempfänger bilden ein System zur Übertragung von Informationen.

Jgst/Nr.	Inhaltsfeld 4: Licht
6	***Inhaltliche Schwerpunkte:*** • Ausbreitung von Licht: Lichtquellen und Lichtempfänger, Modell des Lichtstrahls, Abbildungen • Sichtbarkeit und die Erscheinung von Gegenständen: Streuung, Reflexion, Transmission, Absorption, Schattenbildung

Kompetenzerwartungen

Umgang mit Fachwissen **Die Schülerinnen und Schüler können...** • die Sichtbarkeit und die Erscheinung von Gegenständen mit der Streuung, der gerichteten Reflexion und der Absorption von Licht an ihren Oberflächen erklären, • die Entstehung von Abbildungen bei einer Lochkamera und Möglichkeiten zu deren Veränderung erläutern, • Infrarotstrahlung, sichtbares Licht und Ultraviolettstrahlung unterscheiden und an Beispielen ihre Wirkungen beschreiben, • an Beispielen aus Technik und Alltag die Umwandlung von Lichtenergie in andere Energieformen beschreiben.	**Erkenntnisgewinnung** **Die Schülerinnen und Schüler können ...** • die Ausbreitung des Lichts untersuchen und mit dem Strahlenmodell erklären, • Vorstellungen zum Sehen kritisch vergleichen und das Sehen mit dem Strahlenmodell des Lichts und dem Sender-Empfänger-Modell erklären, • Abbildungen an einer Lochkamera sowie Schattenphänomene zeichnerisch konstruieren.
Bewertung **Die Schülerinnen und Schüler können ...** • geeignete Schutzmaßnahmen gegen die Gefährdungen durch helles Licht, Infrarotstrahlung und UV-Strahlung auswählen, • mithilfe optischer Phänomene die Schutz- bzw. Signalwirkung von Alltagsgegenständen begründen.	**Beiträge zu den Basiskonzepten** **Energie:** Lichtquellen sind Energiewandler. Licht transportiert Energie. **Struktur der Materie:** Das Verhalten von Licht an Körperoberflächen hängt vom Material des Körpers und der Beschaffenheit der Oberfläche ab. **System:** Mit einem System aus Lochblende und Schirm lassen sich bereits einfache Abbildungen erzeugen und verändern.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

JAHRGANGSSTUFE 6 -			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
6.1 Wir messen Temperaturen *Wie funktionieren unterschiedliche Thermometer?* ca. 10 Ustd.	**IF 1: Temperatur und Wärme** Thermische Energie: • Wärme, Temperatur und Temperaturmessung Wirkungen von Wärme: • Wärmeausdehnung	E2: Beobachtung und Wahrnehmung • Beschreibung von Phänomenen E4: Untersuchung und Experiment • Messen physikalischer Größen E6: Modell und Realität • Modelle zur Erklärung K1: Dokumentation • Protokolle nach vorgegebenem Schema • Anlegen von Tabellen	*… zur Schwerpunktsetzung* Einführung Modellbegriff Erste Anleitung zum selbstständigen Experimentieren *… zur Vernetzung* Ausdifferenzierung des Teilchenmodells → Elektron-Atomrumpf und Kern-Hülle-Modell (IF 9, IF 10) *… zu Synergien* Beobachtungen, Beschreibungen, Protokolle, Arbeits- und Kommunikationsformen ← Biologie (IF 1)
6.2 Leben bei verschiedenen Temperaturen *Wie beeinflusst die Temperatur Vorgänge in der Natur?* ca. 10 Ustd.	**IF 1: Temperatur und Wärme** Thermische Energie: • Wärme, Temperatur Wärmetransport: • Wärmemitführung, Wärmeleitung, Wärmestrahlung, Wärmedämmung Wirkungen von Wärme: • Aggregatzustände und ihre Veränderung, Wärmeausdehnung	UF1: Wiedergabe und Erläuterung • Erläuterung von Phänomenen • Fachbegriffe gegeneinander abgrenzen UF4: Übertragung und Vernetzung • physikalische Erklärungen in Alltagssituationen E2: Beobachtung und Wahrnehmung • Unterscheidung Beschreibung – Deutung	*… zur Schwerpunktsetzung* Anwendungen, Phänomene der Wärme im Vordergrund, als Energieform nur am Rande, Argumentation mit dem Teilchenmodell Selbstständiges Experimentieren *… zur Vernetzung* Aspekte Energieerhaltung und Entwertung → (IF 7)

JAHRGANGSSTUFE 6 -			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
		E6: Modell und Realität • Modelle zur Erklärung und zur Vorhersage K1: Dokumentation • Tabellen und Diagramme nach Vorgabe	Ausdifferenzierung des Teilchenmodells → Elektron-Atomrumpf und Kern-Hülle-Modell (IF 9, IF 10) *… zu Synergien* Angepasstheit an Jahreszeiten und extreme Lebensräume ← Biologie (IF 1) Teilchenmodell → Chemie (IF 1)
6.3 Elektrische Geräte im Alltag *Was geschieht in elektrischen Geräten?* ca. 14 Ustd.	**IF 2: Elektrischer Strom und Magnetismus** Stromkreise und Schaltungen: • Spannungsquellen • Leiter und Nichtleiter • verzweigte Stromkreise Wirkungen des elektrischen Stroms: • Wärmewirkung • magnetische Wirkung • Gefahren durch Elektrizität	UF4: Übertragung und Vernetzung • physikalische Konzepte auf Realsituationen anwenden E4: Untersuchung und Experiment • Experimente planen und durchführen K1: Dokumentation • Schaltskizzen erstellen, lesen und umsetzen K4: Argumentation • Aussagen begründen	*… zur Schwerpunktsetzung* Makroebene, grundlegende Phänomene, Umgang mit Grundbegriffen *… zu Synergien* → Informatik (Differenzierungsbereich): UND-, ODER- Schaltung

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

JAHRGANGSSTUFE 6 -			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
6.4 Magnetismus – interessant und hilfreich *Warum zeigt uns der Kompass die Himmelsrichtung?* ca. 6 Ustd.	**IF 2: Elektrischer Strom und Magnetismus** Magnetische Kräfte und Felder: • Anziehende und abstoßende Kräfte • Magnetpole • magnetische Felder • Feldlinienmodell • Magnetfeld der Erde Magnetisierung: • Magnetisierbare Stoffe • Modell der Elementarmagnete	E3: Vermutung und Hypothese • Vermutungen äußern E4: Untersuchung und Experiment • Systematisches Erkunden E6: Modell und Realität • Modelle zur Veranschaulichung K1: Dokumentation • Felder skizzieren	*… zur Schwerpunktsetzung* Feld nur als Phänomen, erste Begegnung mit dem physikalischen Kraftbegriff *… zur Vernetzung* → elektrisches Feld (IF 9) → Elektromotor und Generator (IF 11) *… zu Synergien* Erdkunde: Bestimmung der Himmelsrichtungen
6.5 Physik und Musik *Wie lässt sich Musik physikalisch beschreiben?* ca. 6 Ustd.	**IF 3: Schall** Schwingungen und Schallwellen: • Tonhöhe und Lautstärke; Schallausbreitung Schallquellen und Schallempfänger: • Sender-Empfängermodell	UF4: Übertragung und Vernetzung • Fachbegriffe und Alltagssprache E2: Beobachtung und Wahrnehmung • Phänomene wahrnehmen und Veränderungen beschreiben E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Interpretationen von Diagrammen E6: Modell und Realität • Funktionsmodell zur Veranschaulichung	*… zur Schwerpunktsetzung* Nur qualitative Betrachtung der Größen, keine Formeln *… zur Vernetzung* ← Teilchenmodell (IF1)

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

JAHRGANGSSTUFE 6 -			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
6.6 Achtung Lärm! *Wie schützt man sich vor Lärm?* ca. 4 Ustd.	**IF 3: Schall** Schwingungen und Schallwellen: • Schallausbreitung; Absorption, Reflexion Schallquellen und Schallempfänger: • Lärm und Lärmschutz	UF4: Übertragung und Vernetzung • Fachbegriffe und Alltagssprache B1: Fakten- und Situationsanalyse • Fakten nennen und gegenüber Interessen abgrenzen B3: Abwägung und Entscheidung • Erhaltung der eigenen Gesundheit	*… zur Vernetzung* ← Teilchenmodell (IF1)
6.7 Schall in Natur und Technik *Schall ist nicht nur zum Hören gut!* ca. 2 Ustd.	**IF 3: Schall** Schwingungen und Schallwellen: • Tonhöhe und Lautstärke Schallquellen und Schallempfänger: • Ultraschall in Tierwelt, Medizin und Technik	UF4: Übertragung und Vernetzung • Kenntnisse übertragen E2: Beobachtung und Wahrnehmung • Phänomene aus Tierwelt und Technik mit physikalischen Begriffen beschreiben.	
6.8 Sehen und gesehen werden *Sicher mit dem Fahrrad im Straßenverkehr!* ca. 6 Ustd.	**IF 4: Licht** Ausbreitung von Licht: • Lichtquellen und Lichtempfänger • Modell des Lichtstrahls Sichtbarkeit und die Erscheinung von Gegenständen: • Streuung, Reflexion • Transmission; Absorption • Schattenbildung	UF1: Wiedergabe und Erläuterung • Differenzierte Beschreibung von Beobachtungen E6: Modell und Realität • Idealisierung durch das Modell Lichtstrahl K1: Dokumentation • Erstellung präziser Zeichnungen	*… zur Schwerpunktsetzung* Reflexion nur als Phänomen *… zur Vernetzung* ← Schall (IF 3) Lichtstrahlmodell → (IF 5)

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

JAHRGANGSSTUFE 6 -			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
6.9 Licht nutzbar machen *Wie entsteht ein Bild in einer (Loch-)Kamera?* *Unterschiedliche Strahlungsarten – nützlich, aber auch gefährlich!* ca. 6 Ustd.	**IF 4: Licht** Ausbreitung von Licht: • Abbildungen Sichtbarkeit und die Erscheinung von Gegenständen: • Schattenbildung	UF3: Ordnung und Systematisierung • Bilder der Lochkamera verändern • Strahlungsarten vergleichen K1: Dokumentation • Erstellung präziser Zeichnungen B1: Fakten- und Situationsanalyse • Gefahren durch Strahlung • Sichtbarkeit von Gegenständen verbessern B3: Abwägung und Entscheidung • Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen	*… zur Schwerpunktsetzung* nur einfache Abbildungen *… zur Vernetzung* → Abbildungen mit optischen Geräten (IF 5)

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

6. Curriculum Jahrgangsstufe 8

Jgst/Nr.	Inhaltsfeld 5: Optische Instrumente
8	***Inhaltliche Schwerpunkte:*** • Spiegelungen: Reflexionsgesetz, Bildentstehung am Planspiegel • Lichtbrechung: Brechung an Grenzflächen, Totalreflexion, Lichtleiter, • Bildentstehung bei Sammellinsen, Auge und optischen Instrumenten • Licht und Farben: Spektralzerlegung, Absorption, Farbmischung

Kompetenzerwartungen:

Umgang mit Fachwissen	Erkenntnisgewinnung
Die Schülerinnen und Schüler können... • die Eigenschaften und die Entstehung des Spiegelbildes mithilfe des Reflexionsgesetzes, • die Abhängigkeit der Brechung bzw. Totalreflexion des Lichts von den Parametern Einfallswinkel und optische Dichte qualitativ erläutern, • die Funktion von Linsen für die Bilderzeugung im Auge und für den Aufbau einfacher optischer Systeme beschreiben , • die Funktionsweise von Endoskop und Glasfaserkabel mithilfe der Totalreflexion erklären, • die Entstehung eines Spektrums durch die Farbzerlegung von Licht am Prisma • darstellen und infrarotes, sichtbares und ultraviolettes Licht einem Spektralbereich zuordnen.	**Die Schülerinnen und Schüler können ...** • anhand einfacher Handexperimente die charakteristischen Eigenschaften verschiedener Linsentypen bestimmen, • für Versuche zu optischen Abbildungen geeignete Linsen auswählen und diese sachgerecht anordnen und kombinieren, • unter Verwendung eines Lichtstrahlmodells die Bildentstehung bei Sammellinsen sowie den Einfluss der Veränderung von Parametern mittels digitaler Werkzeuge erläutern (Geometrie-Software, Simulationen), • digitale Farbmodelle (RGB, CMYK) mithilfe der Farbmischung von Licht erläutern und diese zur Erzeugung von digitalen Produkten verwenden.

Bewertung **Die Schülerinnen und Schüler können ...** • Gefahren beim Experimentieren mit intensiven Lichtquellen (Sonnenlicht, Laserstrahlung) einschätzen und Schutzmaßnahmen vornehmen, • optische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für sich selbst, für die Forschung • und für die Gesellschaft beurteilen.	**Beiträge zu den Basiskonzepten** **Energie:** Durch Licht wird Energie transportiert. **Struktur der Materie:**. Die Reflexion, Absorption und Brechung von Licht ist materialspezifisch. **Wechselwirkung:** Licht wird an Grenzflächen reflektiert, absorbiert und/oder bei Transmission gebrochen. **System:** Systeme aus Linsen erzeugen je nach Anordnung unterschiedliche Abbildungen.

Jgst/Nr.	Inhaltsfeld 6: Sterne und Weltall
8	***Inhaltliche Schwerpunkte:*** • Sonnensystem: Mondphasen, Mond- und Sonnenfinsternisse, Jahreszeiten, Planeten • Universum: Himmelsobjekte, Sternentwicklung

Kompetenzerwartungen:

Umgang mit Fachwissen **Die Schülerinnen und Schüler können...** • den Aufbau des Sonnensystems sowie wesentliche Eigenschaften der Himmelsobjekte Sterne, Planeten, Monde und Kometen erläutern, • den Wechsel der Jahreszeiten als Folge der Neigung der Erdachse erklären, • mit dem Maß Lichtjahr Entfernungen im Weltall angeben und vergleichen, • typische Stadien der Sternentwicklung in Grundzügen darstellen, • mithilfe von Beispielen Auswirkungen der Gravitation sowie das Phänomen der Schwerelosigkeit erläutern.	**Erkenntnisgewinnung** **Die Schülerinnen und Schüler können ...** • den Ablauf und die Entstehung von Mondphasen sowie von Sonnen- und • Mondfinsternissen modellhaft erklären, • die Bedeutung der Erfindung des Fernrohrs für die Entwicklung des Weltbildes und der Astronomie erläutern, • an anschaulichen Beispielen qualitativ demonstrieren, wie Informationen über das Universum gewonnen werden können (Parallaxen, Spektren).
Bewertung **Die Schülerinnen und Schüler können ...** • wissenschaftliche und andere Vorstellungen über die Welt und ihre Entstehung • kritisch vergleichen und begründet bewerten , • auf der Grundlage von Informationen zu aktuellen Projekten der Raumfahrt die • wissenschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung dieser Projekte nach ausgewählten Kriterien beurteilen.	**Beiträge zu den Basiskonzepten** **Energie:** Sterne setzen im Laufe ihrer Entwicklung Energie frei. **Struktur der Materie:** Mithilfe von Spektren lassen sich Informationen über die Zusammensetzung von Sternen gewinnen. **Wechselwirkung:** Die Gravitation ist die wesentliche Wechselwirkung zwischen Himmelskörpern. **System:** Unser Sonnensystem besteht aus verschiedenen Körpern, die sich gegenseitig beeinflussen.

JAHRGANGSSTUFE 8			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
8.1 Spiegelbilder im Straßenverkehr *Wie entsteht ein Spiegelbild?* ca. 12 Ustd.	**IF 5: Optische Instrumente** Spiegelungen: • Reflexionsgesetz • Bildentstehung am Planspiegel Lichtbrechung: • Totalreflexion • Brechung an Grenzflächen	UF1: Wiedergabe und Erläuterung • mathematische Formulierung eines physikalischen Zusammenhanges E6: Modell und Realität • Idealisierung (Lichtstrahlmodell)	*… zur Schwerpunktsetzung* Vornehmlich Sicherheitsaspekte *… zur Vernetzung* ← Ausbreitung von Licht: Lichtquellen und Lichtempfänger, Modell des Lichtstrahls, Abbildungen, Reflexion (IF 4) Bildentstehung am Planspiegel → Spiegelteleskope (IF 6)
8.2 Die Welt der Farben *Farben! Wie kommt es dazu?* ca. 12 Ustd.	**IF 5: Optische Instrumente** Lichtbrechung: • Brechung an Grenzflächen Licht und Farben: • Spektralzerlegung • Absorption • Farbmischung	UF3: Ordnung und Systematisierung • digitale Farbmodelle E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Parameter bei Reflexion und Brechung E6: Modell und Realität • digitale Farbmodelle	*… zur Schwerpunktsetzung:* Erkunden von Farbmodellen am PC *… zur Vernetzung:* ← Infrarotstrahlung, sichtbares Licht und Ultraviolettstrahlung, Absorption, Lichtenergie (IF 4) Spektren → Analyse von Sternenlicht (IF 6) Lichtenergie → Photovoltaik (IF 11) *… zu Synergien:* Schalenmodell ← Chemie (IF 1), Farbensehen → Biologie (IF 7)

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

JAHRGANGSSTUFE 8			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
8.3 Das Auge – ein optisches System *Wie entsteht auf der Netzhaut ein scharfes Bild?* ca. 12 Ustd.	**IF 5: Optische Instrumente** Lichtbrechung: • Brechung an Grenzflächen • Bildentstehung bei Sammellinsen und Auge	E4: Untersuchung und Experiment • Bildentstehung bei Sammellinsen E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Parametervariation bei Linsensys-temen	*… zur Schwerpunktsetzung* Bildentstehung, Einsatz digitaler Werkzeuge (z. B. Geometriesoftware) *… zur Vernetzung* Linsen, Lochblende ← Strahlenmodell des Lichts, Abbildungen (IF 4) *… zu Synergien* Auge → Biologie (IF 7)
8.4 Mit optischen Instrumenten Unsichtbares sichtbar gemacht *Wie können wir Zellen und Planeten sichtbar machen?* ca. 8 Ustd.	**IF 5: Optische Instrumente** Lichtbrechung: • Bildentstehung bei optischen Instrumenten • Lichtleiter	UF2: Auswahl und Anwendung • Brechung • Bildentstehung UF4: Übertragung und Vernetzung • Einfache optische Systeme • Endoskop und Glasfaserkabel K3: Präsentation • arbeitsteilige Präsentationen	*… zur Schwerpunktsetzung* Erstellung von Präsentationen zu physikalischen Sachverhalten *… zur Vernetzung* Teleskope → Beobachtung von Himmelskörpern (IF 6) *… zu Synergien* Mikroskopie von Zellen ←→ Biologie (IF 1, IF 2, IF 6)
8.5 Licht und Schatten im Sonnensystem *Wie entstehen Mondphasen, Finsternisse und Jahreszeiten?*	**IF 6: Sterne und Weltall** Sonnensystem: • Mondphasen • Mond- und Sonnenfinsternisse • Jahreszeiten	E1: Problem und Fragestellung • naturwissenschaftlich beantwort-bare Fragestellungen E2: Beobachtung und Wahrnehmung • Differenzierte Beschreibung von Beobachtungen E6: Modell und Realität	*… zur Schwerpunktsetzung* Naturwissenschaftliche Fragestellungen, ggf. auch aus historischer Sicht *… zur Vernetzung* ← Schatten (IF 4) *… zu Synergien*

JAHRGANGSSTUFE 8			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
ca. 10 Ustd.		• Phänomene mithilfe von gegenständlichen Modellen erklären	Schrägstellung der Erdachse, Beleuchtungszonen, Jahreszeiten ↔ Erdkunde (IF 5)
8.6 Objekte am Himmel *Was kennzeichnet die verschiedenen Himmelsobjekte?* ca. 20 Ustd.	IF 6: Sterne und Weltall Sonnensystem: • Planeten Universum: • Himmelsobjekte • Sternentwicklung	UF3: Ordnung und Systematisierung • Klassifizierung von Himmelsobjekten E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten • gesellschaftliche Auswirkungen B2: Bewertungskriterien und Handlungsoptionen • Wissenschaftliche und andere Weltvorstellungen vergleichen • Gesellschaftliche Relevanz (Raumfahrtprojekte)	*… zur Vernetzung* ← Fernrohr (IF 5), Spektralzerlegung des Lichts (IF 5)

7. Curriculum Jahrgangsstufe 9

Jgst/Nr.	Inhaltsfeld 7: Bewegung, Kraft und Energie
9	***Inhaltliche Schwerpunkte:*** • Bewegungen: Geschwindigkeit, Beschleunigung • Kraft: Bewegungsänderung, Verformung, Wechselwirkungsprinzip, Gewichtskraft und Masse, Kräfteaddition, Reibung • Goldene Regel der Mechanik: einfache Maschinen • Energieformen: Lageenergie, Bewegungsenergie, Spannenergie • Energieumwandlung: Energieerhaltung, Leistung

Kompetenzerwartungen:

Umgang mit Fachwissen Die Schülerinnen und Schüler können...	Erkenntnisgewinnung Die Schülerinnen und Schüler können ...
• verschiedene Arten von Bewegungen mithilfe der Begriffe Geschwindigkeit • und Beschleunigung analysieren und beschreiben, • mittlere und momentane Geschwindigkeiten unterscheiden und Geschwindigkeiten bei gleichförmigen Bewegungen berechnen, • Kräfte als vektorielle Größen beschreiben und einfache Kräfteadditionen grafisch durchführen, • die Konzepte Kraft und Gegenkraft sowie Kräfte im Gleichgewicht unterscheiden und an Beispielen erläutern, • die Goldene Regel anhand der Kraftwandlung an einfachen Maschinen erläutern, • Spannenergie, Bewegungsenergie und Lageenergie sowie andere Energieformen bei physikalischen Vorgängen identifizieren, • Energieumwandlungsketten aufstellen und daran das Prinzip der Energieerhaltung erläutern, • mithilfe der Definitionsgleichung für Lageenergie einfache	• Kurvenverläufe in Orts-Zeit-Diagrammen interpretieren, • Messdaten zu Bewegungen oder Kraftwirkungen in einer Tabellenkalkulation mit einer angemessenen Stellenzahl aufzeichnen, mithilfe von Formeln und Berechnungen auswerten sowie gewonnene Daten in sinnvollen, digital erstellten Diagrammformen darstellen, • Kräfte identifizieren, die zu einer Änderung des Bewegungszustands oder einer Verformung von Körpern führen, • Massen und Kräfte messen sowie Gewichtskräfte berechnen, • die Goldene Regel der Mechanik mit dem Energieerhaltungssatz begründen.

Energieumwandlungsvorgänge berechnen, • den Zusammenhang zwischen Energie und Leistung erläutern und formal beschreiben, • an Beispielen Leistungen berechnen und Leistungswerte mit Werten der eigenen Körperleistung vergleichen.	
Bewertung **Die Schülerinnen und Schüler können ...** • Einsatzmöglichkeiten und den Nutzen von einfachen Maschinen und Werkzeugen zur Bewältigung von praktischen Problemen aus einer physikalischen Sichtweise bewerten, • Zugänge zu Gebäuden unter dem Gesichtspunkt Barrierefreiheit beurteilen, • Nahrungsmittel auf Grundlage ihres Energiegehalts bedarfsangemessen bewerten.	**Beiträge zu den Basiskonzepten** **Energie:** Die Goldene Regel der Mechanik beschreibt einen Aspekt der Energieerhaltung; Energie kann zwischen diversen Formen umgewandelt werden. **Wechselwirkung:** Durch die Einwirkung von Kräften ändern Körper ihre Bewegungszustände oder verformen sich. **System:** Bei einem Kräftegleichgewicht ändert sich der Bewegungszustand eines Körpers nicht; in geschlossenen Systemen bleibt die Energie erhalten.

Jgst/Nr.	Inhaltsfeld 8: Druck und Auftrieb
9	***Inhaltliche Schwerpunkte:*** • Druck in Flüssigkeiten und Gasen: Dichte, Schweredruck, Auftrieb, Archimedisches Prinzip, Luftdruck • Druckmessung: Druck und Kraftwirkungen

Kompetenzerwartungen:

Umgang mit Fachwissen **Die Schülerinnen und Schüler können...** • bei Flüssigkeiten und Gasen die Größen Druck und Dichte mithilfe des Teilchenmodells erläutern, • die Formelgleichungen für Druck und Dichte physikalisch erläutern und daraus Verfahren zur Messung dieser Größen ableiten, • den Druck bei unterschiedlichen Flächeneinheiten in der Einheit Pascal angeben, • Auftriebskräfte unter Verwendung des Archimedischen Prinzips berechnen.	**Erkenntnisgewinnung** **Die Schülerinnen und Schüler können ...** • den Schweredruck in einer Flüssigkeit in Abhängigkeit von der Tiefe bestimmen, • die Entstehung der Auftriebskraft auf Körper in Flüssigkeiten mithilfe des Schweredrucks erklären und in einem mathematischen Modell beschreiben, • die Nichtlinearität des Luftdrucks in Abhängigkeit von der Höhe mithilfe des • Teilchenmodells qualitativ erklären, • anhand physikalischer Faktoren begründen, ob ein Körper in einer Flüssigkeit oder einem Gas steigt, sinkt oder schwebt.
Bewertung **Die Schülerinnen und Schüler können ...** • Angaben und Messdaten von Druckwerten in verschiedenen Alltagssituationen auch unter dem Aspekt der Sicherheit sachgerecht interpretieren und bewerten.	**Beiträge zu den Basiskonzepten** **Energie:** Der Druck in Flüssigkeiten und Gasen bestimmt den Abstand ihrer Teilchen. **Wechselwirkung:** In Flüssigkeiten und Gasen lassen sich Kraftwirkungen auf Flächen auf Stöße von Teilchen zurückführen; Auftrieb entsteht durch Kraftdifferenzen an Flächen eines Körpers. **System:** Druck- bzw. Dichteunterschiede können Bewegungen verursachen.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

JAHRGANGSSTUFE 9			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
9.1 100 m in 10 Sekunden *Wie schnell bin ich?* ca. 12 Ustd.	**IF7: Bewegung, Kraft und Energie** Bewegungen: • Geschwindigkeit Beschleunigung	UF1: Wiedergabe und Erläuterung • Bewegungen analysieren E4: Untersuchung und Experiment • Aufnehmen von Messwerten • Systematische Untersuchung der Beziehung zwischen verschiedenen Variablen E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Erstellen von Diagrammen Kurvenverläufe interpretieren	*… zur Schwerpunktsetzung:* Einführung von Vektorpfeilen für Größen mit Betrag und Richtung, Darstellung von realen Messdaten in Diagrammen *… zur Vernetzung:* Vektorielle Größen → Kraft (IF 7) *… zu Synergien* Mathematisierung physikalischer Gesetzmäßigkeiten in Form funktionaler Zusammenhänge ← Mathematik (IF Funktionen)
9.2 Einfache Maschinen und Werkzeuge: Kleine Kräfte, lange Wege *Wie kann ich mit kleinen Kräften eine große Wirkung erzielen?* ca. 26 Ustd.	**IF 7: Bewegung, Kraft und Energie** Kraft: • Bewegungsänderung • Verformung • Wechselwirkungsprinzip • Gewichtskraft und Masse • Kräfteaddition • Reibung Goldene Regel der Mechanik: einfache Maschinen	UF3: Ordnung und Systematisierung • Kraft und Gegenkraft • Goldene Regel E4: Untersuchung und Experiment • Aufnehmen von Messwerten • Systematische Untersuchung der Beziehung zwischen verschiedenen Variablen E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Ableiten von Gesetzmäßigkeiten (Je-desto-Beziehungen)	*… zur Schwerpunktsetzung* Experimentelles Arbeiten, Anforderungen an Messgeräte *… zur Vernetzung* Vektorielle Größen, Kraft ← Geschwindigkeit (IF 7) *… zu Synergien* Bewegungsapparat, Skelett, Muskeln ← Biologie (IF 2), Lineare und proportionale Funktionen ← Mathematik (IF Funktionen)

		B1: Fakten- und Situationsanalyse • Einsatzmöglichkeiten von Maschinen Barrierefreiheit	
9.3 Energie treibt alles an *Was ist Energie? Wie kann ich schwere Dinge heben?* ca. 16 Ustd.	**IF 7: Bewegung, Kraft und Energie** Energieformen: • Lageenergie • Bewegungsenergie • Spannenergie Energieumwandlungen: • Energieerhaltung Leistung	UF1: Wiedergabe und Erläuterung • Energieumwandlungsketten UF3: Ordnung und Systematisierung Energieerhaltung	*… zur Schwerpunktsetzung* Energieverluste durch Reibung thematisieren, Energieerhaltung erst hier, Energiebilanzierung *… zur Vernetzung* Energieumwandlungen, Energieerhaltung ← Goldene Regel (IF7) Energieumwandlungen, Energieerhaltung ← Energieentwertung (IF 1, IF 2) *… zu Synergien* Energieumwandlungen ← Biologie (IF 2) Energieumwandlungen, Energieerhaltung → Biologie (IF 4) Energieumwandlungen, Energieerhaltung, Energieentwertung → Biologie (IF 7) Energieumwandlungen, Energieerhaltung → Chemie (alle bis auf IF 1 und IF 9)

9.4 Druck und Auftrieb *Was ist Druck?* ca. 20 Ustd.	**IF 8: Druck und Auftrieb** Druck in Flüssigkeiten und Gasen: • Druck als Kraft pro Fläche • Schweredruck • Luftdruck (Atmosphäre) • Dichte • Auftrieb • Archimedisches Prinzip Druckmessung: • Druck und Kraftwirkungen	UF1: Wiedergabe und Erläuterung • Druck und Kraftwirkungen UF2 Auswahl und Anwendung • Auftriebskraft E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Schweredruck und Luftdruck bestimmen E6: Modell und Realität • Druck und Dichte im Teilchenmodell • Auftrieb im mathematischen Modell	*… zur Schwerpunktsetzung* Anwendung experimentell gewonnener Erkenntnisse *… zur Vernetzung* Druck ← Teilchenmodell (IF 1) Auftrieb ← Kräfte (IF 7) *… zu Synergien* Dichte ← Chemie (IF 1)

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

8. Curriculum Jahrgangsstufe 10

Jgst/Nr.	Inhaltsfeld 9: Elektrizität
10	***Inhaltliche Schwerpunkte:*** • Elektrostatik: elektrische Ladungen und Felder, Spannung • elektrische Stromkreise: Elektronen-Atomrumpf-Modell, Ladungstransport und elektrischer Strom, elektrischer Widerstand, Reihen- und Parallelschaltung, Sicherheitsvorrichtungen • elektrische Energie und Leistung

Kompetenzerwartungen:

Umgang mit Fachwissen	Erkenntnisgewinnung
Die Schülerinnen und Schüler können... • die Funktionsweise eines Elektroskops erläutern, • die Entstehung einer elektrischen Spannung durch den erforderlichen Energieaufwand bei der Ladungstrennung qualitativ erläutern, • zwischen der Definition des elektrischen Widerstands und dem Ohm`schen Gesetz unterscheiden , • die Beziehung von Spannung, Stromstärke und Widerstand in Reihen- und • Parallelschaltungen mathematisch beschreiben und an konkreten Beispielen • plausibel machen, • Wirkungen von Elektrizität auf den menschlichen Körper in Abhängigkeit von der Stromstärke und Spannung erläutern, • den prinzipiellen Aufbau einer elektrischen Hausinstallation einschließlich der Sicherheitsvorrichtungen darstellen, • die Definitionsgleichungen für elektrische Energie und elektrische Leistung erläutern und auf ihrer Grundlage Berechnungen durchführen, • Energiebedarf und Leistung von elektrischen Haushaltsgeräten ermitteln und • die entsprechenden Energiekosten berechnen.	**Die Schülerinnen und Schüler können ...** • Wechselwirkungen zwischen geladenen Körpern durch elektrische Felder beschreiben, • elektrische Aufladung und Leitungseigenschaften von Stoffen mithilfe eines einfachen Elektronen-Atomrumpf-Modells erklären, • elektrische Schaltungen sachgerecht entwerfen, in Schaltplänen darstellen und anhand von Schaltplänen aufbauen, • Spannungen und Stromstärken messen und elektrische Widerstände ermitteln, • die mathematische Modellierung von Messdaten in Form einer Gleichung unter Angabe von abhängigen und unabhängigen Variablen erläutern und dabei auftretende Konstanten interpretieren, • Versuche zu Einflussgrößen auf den elektrischen Widerstand unter Berücksichtigung des Prinzips der Variablenkontrolle planen und durchführen.

Bewertung Die Schülerinnen und Schüler können ...	Beiträge zu den Basiskonzepten
• Gefahren und Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit elektrischem Strom und elektrischen Geräten beurteilen, • Kaufentscheidungen für elektrische Geräte unter Abwägung physikalischer und außerphysikalischer Kriterien treffen.	**Energie:** Elektrische Energie entsteht durch Trennung von Ladungen. Energie wird im Stromkreis übertragen, umgewandelt und entwertet. **Struktur der Materie:** Das Elektronen-Atomrumpf-Modell erklärt Leitungseigenschaften verschiedener Stoffe. **Wechselwirkung:** Elektrische Felder vermitteln Kräfte zwischen elektrischen Ladungen. **System:** Der elektrische Stromkreis ist in Bezug auf Ladungen ein geschlossenes System, energetisch jedoch ein offenes System. Die elektrische Spannung beschreibt ein Ungleichgewicht, das zu einem Fluss von Ladungsträgern führen kann.

Jgst/Nr.	Inhaltsfeld 10: Ionisierende Strahlung und Kernenergie
10	***Inhaltliche Schwerpunkte:*** • Atomaufbau und ionisierende Strahlung: Alpha-, Beta-, Gamma- Strahlung, radioaktiver Zerfall, Halbwertszeit, Röntgenstrahlung • Wechselwirkung von Strahlung mit Materie: Nachweismethoden, Absorption, biologische Wirkungen, medizinische Anwendung, Schutzmaßnahmen • Kernenergie: Kernspaltung, Kernfusion, Kernkraftwerke, Endlagerung

Kompetenzerwartungen:

Umgang mit Fachwissen Die Schülerinnen und Schüler können...	Erkenntnisgewinnung Die Schülerinnen und Schüler können ...
• Eigenschaften verschiedener Arten ionisierender Strahlung (Alpha-, Beta-, • Gammastrahlung sowie Röntgenstrahlung) beschreiben, • mit Wirkungen der Lorentzkraft Bewegungen geladener Teilchen in einem • Magnetfeld qualitativ beschreiben, • verschiedene Nachweismöglichkeiten ionisierender Strahlung beschreiben und erläutern, • Quellen und die Entstehung von Alpha-, Beta- und Gammastrahlung beschreiben, • die Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Materie erläutern sowie Gefährdungen und Schutzmaßnahmen erklären, • die kontrollierte Kettenreaktion in einem Kernreaktor erläutern sowie den Aufbau und die Sicherheitseinrichtungen von Reaktoren erklären, • medizinische und technische Anwendungen ionisierender Strahlung sowie zugehörige Berufsfelder darstellen.	• die Aktivität radioaktiver Stoffe messen (Einheit Bq) und dabei den Einfluss der natürlichen Radioaktivität berücksichtigen, • den Aufbau von Atomen, Atomkernen und Isotopen sowie die Kernspaltung und Kernfusion mit einem passenden Modell beschreiben, • mit dem zufälligen Prozess des radioaktiven Zerfalls von Atomkernen das Zerfallsgesetz und die Bedeutung von Halbwertszeiten erklären, • die Entwicklung und das Wirken von Forscherinnen und Forschern im Spannungsfeld von Individualität, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft darstellen.

Bewertung Die Schülerinnen und Schüler können ...	Beiträge zu den Basiskonzepten
• Daten zu Gefährdungen durch Radioaktivität anhand der effektiven Dosis (Einheit Sv) unter Berücksichtigung der Aussagekraft von Grenzwerten beurteilen, • Nutzen und Risiken radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung auf der Grundlage physikalischer und biologischer Erkenntnisse begründet abwägen, • Maßnahmen zum persönlichen Strahlenschutz begründen, • Informationen verschiedener Interessengruppen zur Kernenergienutzung aus digitalen und gedruckten Quellen beurteilen und eine eigene Position dazu vertreten.	**Energie:** Durch Kernspaltung und Kernfusion kann nutzbare Energie gewonnen werden. **Struktur der Materie:** Mit einem erweiterten Modell des Atoms und des Atomkerns können Arten und Eigenschaften von ionisierender Strahlung sowie von Isotopen erklärt werden. **Wechselwirkung:** Radioaktive Strahlung und Röntgenstrahlung können Atome und Moleküle ionisieren. **System:** Die Rückkopplung zwischen technischen Komponenten in einem Kernkraftwerk erfolgt mit dem Ziel eines stabilen Gleichgewichts bei Kettenreaktionen der Kernspaltung. Bei Systemen, die durch Zufallsprozesse bestimmt sind, sind Vorhersagen auf der Grundlage einer stochastischen Beschreibung möglich.

Jgst/Nr.	Inhaltsfeld 11: Energieversorgung
10	***Inhaltliche Schwerpunkte:*** • Induktion und Elektromagnetismus: Elektromotor, Generator, Wechselspannung, Transformator • Bereitstellung und Nutzung von Energie: Kraftwerke, regenerative Energieanlagen, Energieübertragung, Energieentwertung, Wirkungsgrad, Nachhaltigkeit

Kompetenzerwartungen:

Umgang mit Fachwissen Die Schülerinnen und Schüler können...	Erkenntnisgewinnung Die Schülerinnen und Schüler können ...
• Einflussfaktoren für die Entstehung und Größe einer Induktionsspannung erläutern, • den Aufbau und die Funktion von Generator und Transformator beschreiben • und die Erzeugung und Wandlung von Wechselspannung mithilfe der elektromagnetischen Induktion erklären, • Energieumwandlungen vom Kraftwerk bis zum Haushalt unter Berücksichtigung von Energieentwertungen beschreiben und dabei die Verwendung von Hochspannung zur Übertragung elektrischer Energie in Grundzügen begründen, • an Beispielen aus dem Alltag die technische Anwendung der elektromagnetischen Induktion beschreiben, • den Aufbau und die Funktionsweise einfacher Elektromotoren anhand von • Skizzen beschreiben, • Beispiele für konventionelle und regenerative Energiequellen angeben und diese unter verschiedenen Kriterien vergleichen, • Probleme der schwankenden Verfügbarkeit von Energie und aktuelle Möglichkeiten zur Energiespeicherung erläutern.	• magnetische Felder stromdurchflossener Leiter mithilfe von Feldlinien darstellen und die Felder von Spulen mit deren Überlagerung erklären , • den Wirkungsgrad eines Energiewandlers berechnen und damit die Qualität des Energiewandlers beurteilen, • Daten zur eigenen Nutzung von Elektrogeräten (u.a. Stromrechnungen, Produktinformationen, Angaben zur Energieeffizienz) auswerten.

Bewertung **Die Schülerinnen und Schüler können ...** • die Notwendigkeit eines verantwortungsvollen Umgangs mit (elektrischer) Energie argumentativ beurteilen, • Vor- und Nachteile erneuerbarer und nicht erneuerbarer Energiequellen mit Bezug zum Klimawandel begründet gegeneinander abwägen und bewerten, • Chancen und Grenzen physikalischer Sichtweisen bei Entscheidungen für die Nutzung von Energieträgern aufzeigen, • im Internet verfügbare Informationen und Daten zur Energieversorgung sowie ihre Quellen und dahinterliegende mögliche Strategien kritisch bewerten.	**Beiträge zu den Basiskonzepten** **Energie:** Energie wird auf dem Weg zum Verbraucher in verschiedenen Umwandlungsschritten nutzbar gemacht. **Wechselwirkung:** Kräfte auf bewegte Ladungsträger im Magnetfeld haben Bewegungsänderungen bzw. Induktionsspannungen zur Folge. **System:** Elektrische Energie wird im Versorgungsnetz vom Kraftwerk zum Verbraucher transportiert.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

JAHRGANGSSTUFE 10			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
10.1 Blitze und Gewitter *Warum schlägt der Blitz ein?* ca. 12 Ustd.	**IF 9: Elektrizität** Wiederholung der Grundlagen aus Klasse 6 Elektrostatik: • elektrische Ladungen • elektrische Felder • Spannung elektrische Stromkreise: • Elektronen-Atomrumpf-Modell Ladungstransport und elektrischer Strom	UF1: Wiedergabe und Erläuterung • Korrekter Gebrauch der Begriffe Ladung, Spannung und Stromstärke • Unterscheidung zwischen Einheit und Größen E4: Untersuchung und Experiment • Umgang mit Ampere- und Voltmeter E5: Auswertung und Schlussfolgerung • Schlussfolgerungen aus Beobachtungen E6: Modell und Realität • Elektronen-Atomrumpf-Modell • Feldlinienmodell Schaltpläne	*… zur Schwerpunktsetzung* Anwendung des Elektronen-Atomrumpf-Modells *… zur Vernetzung* ← Elektrische Stromkreise (IF 2) *… zu Synergien* Kern-Hülle-Modell ← Chemie (IF 5)
10.2 Sicherer Umgang mit Elektrizität *Wann ist Strom gefährlich?* ca. 14 Ustd.	**IF 9: Elektrizität** elektrische Stromkreise: • elektrischer Widerstand • Reihen- und Parallelschaltung • Sicherungsvorrichtungen elektrische Energie und Leistung	UF4: Übertragung und Vernetzung • Anwendung auf Alltagssituationen E4: Untersuchung und Experiment • Systematische Untersuchung der Beziehung zwischen verschiedenen Variablen E5: Auswertung und Schlussfolgerung	*… zur Schwerpunktsetzung* Analogiemodelle (z.B. Wassermodell); Mathematisierung physikalischer Gesetze; keine komplexen Ersatzschaltungen *… zur Vernetzung* ← Stromwirkungen (IF 2) *… zu Synergien*

JAHRGANGSSTUFE 10			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
		• Mathematisierung (proportionale Zusammenhänge, graphisch und rechnerisch) E6: Modell und Realität • Analogiemodelle und ihre Grenzen B3: Abwägung und Entscheidung Sicherheit im Umgang mit Elektrizität	Nachweis proportionaler Zuordnungen; Umformungen zur Lösung von Gleichungen ← Mathematik (Funktionen erste Stufe)
10.3 Gefahren und Nutzen ionisierender Strahlung *Ist ionisierende Strahlung gefährlich oder nützlich?* ca. 14 Ustd.	**IF 10: Ionisierende Strahlung und Kernenergie** Atomaufbau und ionisierende Strahlung: • Alpha-, Beta-, Gamma Strahlung, • radioaktiver Zerfall, • Halbwertszeit, • Röntgenstrahlung Wechselwirkung von Strahlung mit Materie: • Nachweismethoden, • Absorption, • biologische Wirkungen, • medizinische Anwendung, • Schutzmaßnahmen	UF4: Übertragung und Vernetzung • Biologische Wirkungen und medizinische Anwendungen E1: Problem und Fragestellung • Auswirkungen auf Politik und Gesellschaft E7: Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten • Nachweisen und Modellieren K2: Informationsverarbeitung • Filterung von wichtigen und nebensächlichen Aspekten	*… zur Schwerpunktsetzung* Quellenkritische Recherche, Präsentation *… zur Vernetzung* Atommodelle ← Chemie (IF 5) Radioaktiver Zerfall ← Mathematik Exponentialfunktion (Funktionen zweite Stufe) → Biologie (SII, Mutationen, 14C)

JAHRGANGSSTUFE 10			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
10.4 Energie aus Atomkernen *Ist die Kernenergie beherrschbar?* ca. 10 Ustd.	**IF 10: Ionisierende Strahlung und Kernenergie** Kernenergie: • Kernspaltung, • Kernfusion, • Kernkraftwerke, • Endlagerung	K2: Informationsverarbeitung • Seriosität von Quellen K4: Argumentation • eigenen Standpunkt schlüssig vertreten B1: Fakten- und Situationsanalyse • Identifizierung relevanter Informationen B3: Abwägung und Entscheidung • Meinungsbildung	*… zur Schwerpunktsetzung* Meinungsbildung, Quellenbeurteilung, Entwicklung der Urteilsfähigkeit *… zur Vernetzung* ← Zerfallsgleichung aus 10.1. → Vergleich der unterschiedlichen Energieanlagen (IF 11)
10.5 Versorgung mit elektrischer Energie *Wie erfolgt die Übertragung der elektrischen Energie vom Kraftwerk bis zum Haushalt?* ca. 16 Ustd.	**IF 11: Energieversorgung** Induktion und Elektromagnetismus: • Elektromotor • Generator • Wechselspannung • Transformator Bereitstellung und Nutzung von Energie: • Energieübertragung • Energieentwertung • Wirkungsgrad	E4: Untersuchung und Experiment • Planung von Experimenten mit mehr als zwei Variablen • Variablenkontrolle B2: Bewertungskriterien und Handlungsoptionen • Kaufentscheidungen treffen	*… zur Schwerpunktsetzung* Verantwortlicher Umgang mit Energie *… zur Vernetzung* ← Lorentzkraft, Energiewandlung (IF 10) ← mechanische Leistung und Energie (IF 7), elektrische Leistung und Energie (IF 9)

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

JAHRGANGSSTUFE 10			
Unterrichtsvorhaben	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Weitere Vereinbarungen**
10.6 Energieversorgung der Zukunft *Wie können regenerative Energien zur Sicherung der Energieversorgung beitragen?* ca. 10 Ustd.	**IF 11: Energieversorgung** Bereitstellung und Nutzung von Energie: • Kraftwerke • Regenerative Energieanlagen • Energieübertragung • Energieentwertung • Wirkungsgrad • Nachhaltigkeit	UF4: Übertragung und Vernetzung • Beiträge verschiedener Fachdisziplinen zur Lösung von Problemen K2: Informationsverarbeitung • Quellenanalyse B3: Abwägung und Entscheidung • Filterung von Daten nach Relevanz B4: Stellungnahme und Reflexion • Stellung beziehen	*… zur Schwerpunktsetzung* Verantwortlicher Umgang mit Energie, Nachhaltigkeitsgedanke *… zur Vernetzung* → Kernkraftwerk, Energiewandlung (IF 10) *… zu Synergien* Energie aus chemischen Reaktionen ← Chemie (IF 3, 10); Energiediskussion ← Erdkunde (IF 5), Wirtschaft-Politik (IF 3, 10)

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

9. Curriculum Jahrgangsstufe 11 / EF

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (EF) – Übersicht	
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte
Physik in Sport und Verkehr I Wie lassen sich Bewegungen beschreiben, vermessen und analysieren? ca. 25 Ustd.	**Grundlagen der Mechanik** • Kinematik: gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung; freier Fall; waagerechter Wurf; vektorielle Größen
Physik in Sport und Verkehr II Wie lassen sich Ursachen von Bewegungen erklären? ca. 15 Ustd.	**Grundlagen der Mechanik** • Dynamik: Newton'sche Gesetze; beschleunigende Kräfte; Kräftegleichgewicht; Reibungskräfte
Superhelden und Crashtests - Erhaltungssätze in verschiedenen Situationen Wie lassen sich mit Erhaltungssätzen Bewegungsvorgänge vorhersagen und analysieren? ca. 12 Ustd.	**Grundlagen der Mechanik** • Erhaltungssätze: Impuls; Energie (Lage-, Bewegungs- und Spannenergie); Energiebilanzen; Stoßvorgänge
Bewegungen im Weltraum Wie bewegen sich die Planeten im Sonnensystem? Wie lassen sich aus (himmlischen) Beobachtungen Gesetze ableiten? ca. 20 Ustd.	**Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder** • Kreisbewegung: gleichförmige Kreisbewegung, Zentripetalkraft • Gravitation: Schwerkraft, Newton´sches Gravitationsgesetz, Kepler´sche Gesetze, Gravitationsfeld Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation
Weltbilder in der Physik Revolutioniert die Physik unsere Sicht auf die Welt? ca. 8 Ustd.	**Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder** Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation
Summe Einführungsphase: 80 Stunden	

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Übergeordnete Kompetenzerwartungen

Sachkompetenz

Modelle und Konzepte zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

S1 erklären Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Konzepten, übergeordneten Prinzipien, Modellen und Gesetzen,

S2 beschreiben Gültigkeitsbereiche von Modellen und Konzepten und geben deren Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten an,

S3 wählen zur Bearbeitung physikalischer Probleme relevante Modelle und Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen begründet aus.

Verfahren und Experimente zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

S4 bauen einfache Versuchsanordnungen auch unter Verwendung von digitalen Messwerterfassungssystemen nach Anleitungen auf, führen Experimente durch und protokollieren ihre qualitativen Beobachtungen und quantitativen Messwerte,

S5 beschreiben bekannte Messverfahren sowie die Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus,

S6 nutzen bekannte Auswerteverfahren für Messergebnisse

S7 wenden unter Anleitung mathematische Verfahren auf physikalische Sachverhalte an.

Erkenntnisgewinnungskompetenz

Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Konzepten bilden

Die Schülerinnen und Schüler

E1 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten,

E2 stellen überprüfbare Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.

Fachspezifische Modelle und Verfahren charakterisieren, auswählen und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen

Die Schülerinnen und Schüler

E3 erläutern an ausgewählten Beispielen die Eignung von Untersuchungsverfahren zur Prüfung bestimmter Hypothesen,

E4 modellieren Phänomene physikalisch, auch mithilfe einfacher mathematischer Darstellungen und digitaler Werkzeuge,

E5 konzipieren erste Experimente und Auswertungen zur Untersuchung einer physikalischen Fragestellung unter Beachtung der Variablenkontrolle.

Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler

E6 untersuchen mithilfe bekannter Modelle und Konzepte die in erhobenen oder recherchierten Daten vorliegenden Strukturen und Beziehungen,

E7 berücksichtigen Messunsicherheiten bei der Interpretation der Ergebnisse,

E8 untersuchen die Eignung physikalischer Modelle und Konzepte für die Lösung von Problemen,

E9 beschreiben an ausgewählten Beispielen die Relevanz von Modellen, Konzepten, Hypothesen und Experimenten im Prozess der physikalischen Erkenntnisgewinnung.

Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler

E10 beziehen theoretische Überlegungen und Modelle zurück auf zugrundeliegende Kontexte,

E11 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses an ausgewählten Beispielen.

Kommunikationskompetenz

Informationen erschließen

Die Schülerinnen und Schüler

K1 recherchieren zu physikalischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,

K2 analysieren verwendete Quellen hinsichtlich der Kriterien Korrektheit, Fachsprache und Relevanz für den untersuchten Sachverhalt,

K3 entnehmen unter Anleitung und Berücksichtigung ihres Vorwissens aus Beobachtungen, Darstellungen und Texten relevante Informationen und geben diese in passender Struktur und angemessener Fachsprache wieder.

Informationen aufbereiten

Die Schülerinnen und Schüler

K4 formulieren unter Verwendung der Fachsprache kausal korrekt,

K5 wählen ziel-, sach- und adressatengerecht geeignete Schwerpunkte für die Inhalte von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen aus,

K6 veranschaulichen Informationen und Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge,

K7 präsentieren physikalische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien.

Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren

Die Schülerinnen und Schüler

K8 nutzen ihr Wissen über aus physikalischer Sicht gültige Argumentationsketten zur Beurteilung vorgegebener Darstellungen,

K9 tauschen sich ausgehend vom eigenen Standpunkt mit anderen konstruktiv über physikalische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus,

K10 belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate.

Bewertungskompetenz

Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen

Die Schülerinnen und Schüler

B1 erarbeiten aus verschiedenen Perspektiven eine schlüssige Argumentation,

B2 analysieren Informationen und deren Darstellung aus Quellen unterschiedlicher Art hinsichtlich ihrer Relevanz.

Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen

Die Schülerinnen und Schüler

B3 entwickeln anhand festgelegter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug,

B4 bilden sich reflektiert ein eigenes Urteil.

Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren

Die Schülerinnen und Schüler

B5 vollziehen Bewertungen von Technologien und Sicherheitsmaßnahmen oder Risikoeinschätzungen nach,

B6 beurteilen Technologien und Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung auch in Alltagssituationen,

B7 identifizieren kurz- und langfristige Folgen eigener und gesellschaftlicher Entscheidungen mit physikalischem Hintergrund,

B8 identifizieren Auswirkungen physikalischer Weltbetrachtung sowie die Bedeutung physikalischer Kompetenzen in historischen, gesellschaftlichen oder alltäglichen Zusammenhängen

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> **Physik in Sport und Verkehr I** *Wie lassen sich Bewegungen beschreiben, vermessen und analysieren?* ca. 25 Ustd.	**Grundlagen der Mechanik** • Kinematik: gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung; freier Fall; waagerechter Wurf; vektorielle Größen	• erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), • unterscheiden gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen und erklären zugrunde liegende Ursachen auch am waagerechten Wurf (S2, S3, S7), • stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7), • planen selbstständig Experimente zur quantitativen und qualitativen Untersuchung einfacher Bewegungen (E5, S5), • interpretieren die Messdatenauswertung von Bewegungen unter qualitativer Berücksichtigung von Messunsicherheiten (E7, S6, K9), • ermitteln anhand von Messdaten und Diagrammen funktionale Beziehungen zwischen mechanischen Größen (E6, E4, S6, K6), • bestimmen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mithilfe mathematischer Verfahren und digitaler Werkzeuge (E4, S7). • beurteilen die Güte digitaler Messungen von Bewegungsvorgängen mithilfe geeigneter Kriterien (B4, B5, E7, K7)
<u>Unterrichtsvorhaben II</u> **Physik in Sport und Verkehr II** *Wie lassen sich Ursachen von Bewegungen erklären?* ca. 15 Ustd.	**Grundlagen der Mechanik** • Dynamik: Newton'sche Gesetze; beschleunigende Kräfte; Kräftegleichgewicht; Reibungskräfte	• erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), • analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, K7), • stellen Bewegungs- und Gleichgewichtszustände durch Komponentenzerlegung bzw. Vektoraddition dar (S1, S7, K7), • erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4), • erläutern qualitativ die Auswirkungen von Reibungskräften bei realen Bewegungen (S1, S2, K4). • untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton'schen Kraftgesetzes (E4, K4), • begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4),

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<u>Unterrichtsvorhaben III</u> **Superhelden und Crashtests - Erhaltungssätze in verschiedenen Situationen** *Wie lassen sich mit Erhaltungssätzen Bewegungsvorgänge vorhersagen und analysieren?* ca. 12 Ustd.	**Grundlagen der Mechanik** Erhaltungssätze: Impuls; Energie (Lage-, Bewegungs- und Spannenergie); Energiebilanzen; Stoßvorgänge	• erläutern die Größen Ort, Strecke, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Energie, Leistung, Impuls und ihre Beziehungen zueinander an unterschiedlichen Beispielen (S1, K4), • beschreiben eindimensionale Stoßvorgänge mit Impuls- und Energieübertragung (S1, S2, K3), • analysieren in verschiedenen Kontexten Bewegungen qualitativ und quantitativ sowohl anhand wirkender Kräfte als auch aus energetischer Sicht (S1, S3, K7), • erklären mithilfe von Erhaltungssätzen sowie den Newton'schen Gesetzen Bewegungen (S1, E2, K4), • untersuchen Bewegungen mithilfe von Erhaltungssätzen sowie des Newton'schen Kraftgesetzes (E4, K4), • begründen die Auswahl relevanter Größen bei der Analyse von Bewegungen (E3, E8, S5, K4), • bewerten Ansätze aktueller und zukünftiger Mobilitätsentwicklung unter den Aspekten Sicherheit und mechanischer Energiebilanz (B6, K1, K5) • bewerten die Darstellung bekannter vorrangig mechanischer Phänomene in verschiedenen Medien bezüglich ihrer Relevanz und Richtigkeit (B1, B2, K2, K8).
<u>Unterrichtsvorhaben IV</u> **Bewegungen im Weltraum** *Wie bewegen sich die Planeten im Sonnensystem?* *Wie lassen sich aus (himmlischen) Beobachtungen Gesetze ableiten?* ca. 20 Ustd.	**Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder** • Kreisbewegung: gleichförmige Kreisbewegung, Zentripetalkraft • Gravitation: Schwerkraft, Newton´sches Gravitationsgesetz, Kepler´sche Gesetze, Gravitationsfeld • Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation	• erläutern auch quantitativ die kinematischen Größen der gleichförmigen Kreisbewegung Radius, Drehwinkel, Umlaufzeit, Umlauffrequenz, Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung sowie deren Beziehungen zueinander an Beispielen (S1, S7, K4), • beschreiben quantitativ die bei einer gleichförmigen Kreisbewegung wirkende Zentripetalkraft in Abhängigkeit der Beschreibungsgrößen dieser Bewegung (S1, K3), • erläutern die Abhängigkeiten der Massenanziehungskraft zweier Körper anhand des Newton´schen Gravitationsgesetzes im Rahmen des Feldkonzepts (S2, S3, K4), • erläutern die Bedeutung von Bezugsystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4), • interpretieren Messergebnisse aus Experimenten zur quantitativen Untersuchung der Zentripetalkraft (E4, E6, S6, K9), • deuten eine vereinfachte Darstellung des Cavendish-Experiments qualitativ als direkten Nachweis der allgemeinen Massenanziehung (E3, E6),

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
		ermitteln mithilfe der Kepler'schen Gesetze und des Newton'schen Gravitationsgesetzes astronomische Größen (E4, E8),
<u>Unterrichtsvorhaben V</u> **Weltbilder in der Physik** *Revolutioniert die Physik unsere Sicht auf die Welt?* ca. 8 Ustd.	**Kreisbewegung, Gravitation und physikalische Weltbilder** Wandel physikalischer Weltbilder: geo- und heliozentrische Weltbilder; Grundprinzipien der speziellen Relativitätstheorie, Zeitdilatation	• stellen Änderungen bei der Beschreibung von Bewegungen der Himmelskörper beim Übergang vom geozentrischen Weltbild zu modernen physikalischen Weltbildern auf der Basis zentraler astronomischer Beobachtungsergebnisse dar (S2, K1, K3, K10), • erläutern die Bedeutung der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (S2, S3, K4), • erläutern die Bedeutung von Bezugsystemen bei der Beschreibung von Bewegungen (S2, S3, K4), • erklären mit dem Gedankenexperiment der Lichtuhr unter Verwendung grundlegender Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie das Phänomen der Zeitdilatation zwischen bewegten Bezugssystemen qualitativ und quantitativ (S3, S5, S7). • ziehen das Ergebnis des Gedankenexperiments der Lichtuhr zur Widerlegung der absoluten Zeit heran (E9, E11, K9, B1). • ordnen die Bedeutung des Wandels vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild für die Emanzipation der Naturwissenschaften von der Religion ein (B8, K3), beurteilen Informationen zu verschiedenen Weltbildern und deren Darstellungen aus unterschiedlichen Quellen hinsichtlich ihrer Vertrauenswürdigkeit und Relevanz (B2, K9, K10)
80 Ustd.	**Summe**	

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

10. Curriculum Jahrgangsstufe 12 / Q1

10.1 Grundkurs

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS – Übersicht	
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte
Erforschung des Photons Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden? Zeitbedarf: 14 Ustd.	*Quantenobjekte* • Photon (Wellenaspekt)
Erforschung des Elektrons Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden? Zeitbedarf: 15 Ustd.	*Quantenobjekte* • Elektron (Teilchenaspekt)
Photonen und Elektronen als Quantenobjekte Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden? Zeitbedarf: 5 Ustd.	*Quantenobjekte* • Elektron und Photon (Teilchenaspekt, Wellenaspekt) • Quantenobjekte und ihre Eigenschaften
Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden? Zeitbedarf: 18 Ustd.	*Elektrodynamik* • Spannung und elektrische Energie • Induktion • Spannungswandlung
Wirbelströme im Alltag Wie kann man Wirbelströme technisch nutzen? Zeitbedarf: 4 Ustd.	*Elektrodynamik* • Induktion
Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 56 Stunden	

Inhaltsfeld: *Quantenobjekte (GK)*

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext: ***Erforschung des Photons***

Leitfrage: Wie kann das Verhalten von Licht beschrieben und erklärt werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Photon (Wellenaspekt)

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar/didaktische Hinweise**
Beugung und Interferenz Lichtwellenlänge, Lichtfrequenz, Kreiswellen, ebene Wellen, Beugung, Brechung (7 Ustd.)	veranschaulichen mithilfe der *Wellenwanne* qualitativ unter Verwendung von Fachbegriffen auf der Grundlage des Huygens'schen Prinzips Kreiswellen, ebene Wellen sowie die Phänomene Beugung, Interferenz, Reflexion und Brechung (K3), bestimmen Wellenlängen und Frequenzen von Licht mit *Doppelspalt* und *Gitter* (E5),	Doppelspalt und Gitter, Wellenwanne quantitative Experimente mit Laserlicht	Ausgangspunkt: Beugung von Laserlicht Modellbildung mit Hilfe der Wellenwanne (ggf. als Schülerpräsentation) Bestimmung der Wellenlängen von Licht mit Doppelspalt und Gitter Sehr schön sichtbare Beugungsphänomene finden sich vielfach bei Meereswellen (s. Google-Earth)
Quantelung der Energie von Licht, Austrittsarbeit (7 Ustd.)	demonstrieren anhand eines *Experiments zum Photoeffekt* den Quantencharakter von Licht und bestimmen den Zusammenhang von Energie, Wellenlänge und Frequenz von Photonen sowie die Austrittsarbeit der Elektronen (E5, E2),	Photoeffekt Hallwachsversuch Vakuumphotozelle	Roter Faden: Von Hallwachs bis Elektronenbeugung Bestimmung des Planck'schen Wirkungsquantums und der Austrittsarbeit Hinweis: Formel für die max. kinetische Energie der Photoelektronen wird zunächst vorgegeben. Der Zusammenhang zwischen Spannung, Ladung und Überführungsarbeit wird ebenfalls vorgegeben und nur plausibel gemacht. Er muss an dieser Stelle nicht grundlegend hergeleitet werden
14 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext: ***Erforschung des Elektrons***

Leitfrage: Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektron (Teilchenaspekt)

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Elementarladung (5 Ustd.)	erläutern anhand einer vereinfachten Version des *Millikanversuchs* die grundlegenden Ideen und Ergebnisse zur Bestimmung der Elementarladung (UF1, E5), untersuchen, ergänzend zum Realexperiment, Computersimulationen zum Verhalten von Quantenobjekten (E6).	schwebender Wattebausch Millikanversuch Schwebefeldmethode Auch als Simulation möglich	Begriff des elektrischen Feldes in Analogie zum Gravitationsfeld besprechen, Definition der Feldstärke über die Kraft auf einen Probekörper, in diesem Fall die Ladung Homogenes elektrisches Feld im Plattenkondensator, Zusammenhangs zwischen Feldstärke im Plattenkondensator, Spannung und Abstand der Kondensatorplatten vorgeben und durch Auseinanderziehen der geladenen Platten demonstrieren
Elektronenmasse (7 Ustd.)	beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern deren Definitionsgleichungen. (UF2, UF1), bestimmen die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer elektrischen Spannung (UF2), modellieren Vorgänge im *Fadenstrahlrohr* (Energie der Elektronen, Lorentzkraft) mathematisch, variieren Parameter und leiten dafür deduktiv Schlussfolgerungen her, die sich experimentell überprüfen lassen, und ermitteln die Elektronenmasse (E6, E3, E5),	*e*/*m*-Bestimmung mit dem Fadenstrahlrohr und Helmholtzspulenpaar auch Ablenkung des Strahls mit Permanentmagneten (Lorentzkraft) evtl. Stromwaage bei hinreichend zur Verfügung stehender Zeit) Messung der Stärke von Magnetfeldern mit der Hallsonde	Einführung der 3-Finger-Regel und Angabe der Gleichung für die Lorentzkraft: Einführung des Begriffs des magnetischen Feldes (in Analogie zu den beiden anderen Feldern durch Kraft auf Probekörper, in diesem Fall bewegte Ladung oder stromdurchflossener Leiter) und des Zusammenhangs zwischen magnetischer Kraft, Leiterlänge und Stromstärke. Vertiefung des Zusammenhangs zwischen Spannung, Ladung und Überführungsarbeit am Beispiel Elektronenkanone.
Streuung von Elektronen an Festkörpern (3 Ustd.)	erläutern die Aussage der de Broglie-Hypothese, wenden diese zur Erklärung des Beugungsbildes beim *Elektronenbeugungsexperiment* an und bestimmen die Wellenlänge der Elektronen (UF1, UF2, E4).	Experiment zur Elektronenbeugung an polykristallinem Graphit	Veranschaulichung der Bragg-Bedingung analog zur Gitterbeugung

15 Ustd.	Summe

Kontext: Photonen und Elektronen als Quantenobjekte

Leitfrage: Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektron und Photon (Teilchenaspekt, Wellenaspekt), Quantenobjekte und ihre Eigenschaften

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

(K4) sich mit anderen über physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.

(B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Licht und Materie (5 Ustd.)	erläutern am Beispiel der Quantenobjekte Elektron und Photon die Bedeutung von Modellen als grundlegende Erkenntniswerkzeuge in der Physik (E6, E7), verdeutlichen die Wahrscheinlichkeitsinterpretation für Quantenobjekte unter Verwendung geeigneter Darstellungen (Graphiken, Simulationsprogramme) (K3). zeigen an Beispielen die Grenzen und Gültigkeitsbereiche von Wellen- und Teilchenmodellen für Licht und Elektronen auf (B4, K4), beschreiben und diskutieren die Kontroverse um die Kopenhagener Deutung und den Welle-Teilchen-Dualismus (B4, K4).	Computersimulation Doppelspalt Photoeffekt	Reflexion der Bedeutung der Experimente für die Entwicklung der Quantenphysik
5 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhaltsfeld: ***Elektrodynamik (GK)***

Kontext: ***Energieversorgung und Transport mit Generatoren und Transformatoren***

Leitfrage: Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Spannung und elektrische Energie, Induktion, Spannungswandlung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

(E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,
(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Wandlung von mechanischer in elektrische Energie: Elektromagnetische Induktion Induktionsspannung (5 Ustd.)	erläutern am Beispiel der *Leiterschaukel* das Auftreten einer Induktionsspannung durch die Wirkung der Lorentzkraft auf bewegte Ladungsträger (UF1, E6), definieren die Spannung als Verhältnis von Energie und Ladung und bestimmen damit Energien bei elektrischen Leitungsvorgängen (UF2), bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6), werten Messdaten, die mit einem *Oszilloskop* bzw. mit einem *Messwerterfassungssystem* gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5).	bewegter Leiter im (homogenen) Magnetfeld - „Leiterschaukelversuch“ Messung von Spannungen mit diversen Spannungsmessgeräten (nicht nur an der Leiterschaukel) Gedankenexperimente zur Überführungsarbeit, die an einer Ladung verrichtet wird. Deduktive Herleitung der Beziehung zwischen U, v und B.	Definition der Spannung und Erläuterung anhand von Beispielen für Energieumwandlungsprozesse bei Ladungstransporten, Anwendungsbeispiele. Das Entstehen einer Induktionsspannung bei bewegtem Leiter im Magnetfeld wird mit Hilfe der Lorentzkraft erklärt, eine Beziehung zwischen Induktionsspannung, Leitergeschwindigkeit und Stärke des Magnetfeldes wird (deduktiv) hergeleitet. Die an der Leiterschaukel registrierten (zeitabhängigen) Induktionsspannungen werden mit Hilfe der hergeleiteten Beziehung auf das Zeit-Geschwindigkeit-Gesetz des bewegten Leiters zurückgeführt.
Technisch praktikable Generatoren: Erzeugung sinusförmiger Wechselspannungen (4 Ustd.)	recherchieren bei vorgegebenen Fragestellungen historische Vorstellungen und Experimente zu Induktionserscheinungen (K2), erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3),	Internetquellen, Lehrbücher, Firmeninformationen, Filme und Applets zum Generatorprinzip Experimente mit drehenden Leiterschleifen in (näherungsweise homogenen) Magnetfeldern, Wechselstromgeneratoren	Hier bietet es sich an, arbeitsteilige Präsentationen auch unter Einbezug von Realexperimenten anfertigen zu lassen.

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
	erläutern das Entstehen sinusförmiger Wechselspannungen in Generatoren (E2, E6), werten Messdaten, die mit einem *Oszilloskop* bzw. mit einem *Messwerterfassungssystem* gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5). führen Induktionserscheinungen an einer *Leiterschleife* auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4),	Messung und Registrierung von Induktionsspannungen mit Oszilloskop und digitalem Messwerterfassungssystem	Der Zusammenhang zwischen induzierter Spannung und zeitlicher Veränderung der senkrecht vom Magnetfeld durchsetzten Fläche wird „deduktiv“ erschlossen.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Nutzbarmachung elektrischer Energie durch „Transformation“ Transformator (5 Ustd.)	erläutern adressatenbezogen Zielsetzungen, Aufbauten und Ergebnisse von Experimenten im Bereich der Elektrodynamik jeweils sprachlich angemessen und verständlich (K3), ermitteln die Übersetzungsverhältnisse von Spannung und Stromstärke beim *Transformator* (UF1, UF2). geben Parameter von Transformatoren zur gezielten Veränderung einer elektrischen Wechselspannung an (E4), werten Messdaten, die mit einem *Oszilloskop* bzw. mit einem *Messwerterfassungssystem* gewonnen wurden, im Hinblick auf Zeiten, Frequenzen und Spannungen aus (E2, E5). führen Induktionserscheinungen an einer *Leiterschleife* auf die beiden grundlegenden Ursachen „zeitlich veränderliches Magnetfeld“ bzw. „zeitlich veränderliche (effektive) Fläche“ zurück (UF3, UF4),	diverse „Netzteile“ von Elektro-Kleingeräten (mit klassischem Transformator) Internetquellen, Lehrbücher, Firmeninformationen Demo-Aufbautransformator mit geeigneten Messgeräten ruhende Induktionsspule in wechselstromdurchflossener Feldspule - mit Messwerterfassungssystem zur zeitaufgelösten Registrierung der Induktionsspannung und des zeitlichen Verlaufs der Stärke des magnetischen Feldes	Der Transformator wird eingeführt und die Übersetzungsverhältnisse der Spannungen experimentell ermittelt. Dies kann auch durch einen Schülervortrag erfolgen (experimentell und medial gestützt). Der Zusammenhang zwischen induzierter Spannung und zeitlicher Veränderung der Stärke des magnetischen Feldes wird experimentell im Lehrerversuch erschlossen. Die registrierten Messdiagramme werden von den SuS eigenständig ausgewertet.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Energieerhaltung Ohm´sche „Verluste“ (4 Ustd.)	verwenden ein physikalisches *Modellexperiment zu Freileitungen*, um technologische Prinzipien der Bereitstellung und Weiterleitung von elektrischer Energie zu demonstrieren und zu erklären (K3), bewerten die Notwendigkeit eines geeigneten Transformierens der Wechselspannung für die effektive Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B1), zeigen den Einfluss und die Anwendung physikalischer Grundlagen in Lebenswelt und Technik am Beispiel der Bereitstellung und Weiterleitung elektrischer Energie auf (UF4), beurteilen Vor- und Nachteile verschiedener Möglichkeiten zur Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen (B2, B1, B4).	Modellexperiment (z.B. mit Hilfe von Aufbautransformatoren) zur Energieübertragung und zur Bestimmung der „Ohm’schen Verluste“ bei der Übertragung elektrischer Energie bei unterschiedlich hohen Spannungen	Hier bietet sich ein arbeitsteiliges Gruppenpuzzle an, in dem Modellexperimente einbezogen werden.
18 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext: Wirbelströme im Alltag

Leitfrage: Wie kann man Wirbelströme technisch nutzen?

Inhaltliche Schwerpunkte: Induktion

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Lenz´sche Regel (4 Ustd.)	erläutern anhand des *Thomson´schen Ringversuchs* die Lenz´sche Regel (E5, UF4), bewerten bei technischen Prozessen das Auftreten erwünschter bzw. nicht erwünschter Wirbelströme (B1),	Freihandexperiment: Untersuchung der Relativbewegung eines aufgehängten Metallrings und eines starken Stabmagneten Thomson'scher Ringversuch diverse technische und spielerische Anwendungen, z.B. Dämpfungselement an einer Präzisionswaage, Wirbelstrombremse, „fallender Magnet" im Kupfer-Rohr.	Ausgehend von kognitiven Konflikten bei den Ringversuchen wird die Lenz´sche Regel erarbeitet Erarbeitung von Anwendungsbeispielen zur Lenz'schen Regel (z.B. Wirbelstrombremse bei Fahrzeugen oder an der Kreissäge)
4 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

10.2 Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS - Übersicht	
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte
Untersuchung von Elektronen Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden? Zeitbedarf: 24 Ustd.	*Elektrik* • Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder • Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern
Aufbau und Funktionsweise wichtiger Versuchs- und Messapparaturen Wie und warum werden physikalische Größen meistens elektrisch erfasst und wie werden sie verarbeitet? Zeitbedarf: 22 Ustd.	*Elektrik* • Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder • Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern
Satellitennavigation – Zeitmessung ist nicht absolut Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit? Zeitbedarf: 4 Ustd.	*Relativitätstheorie* • Konstanz der Lichtgeschwindigkeit • Problem der Gleichzeitigkeit

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
Höhenstrahlung Warum erreichen Myonen aus der oberen Atmosphäre die Erdoberfläche? Zeitbedarf: 4 Ustd.	*Relativitätstheorie* • Zeitdilatation und Längenkontraktion	E5 Auswertung K3 Präsentation
Teilchenbeschleuniger - Warum Teilchen aus dem Takt geraten Ist die Masse bewegter Teilchen konstant? Zeitbedarf: 8 Ustd.	*Relativitätstheorie* • Relativistische Massenzunahme • Energie-Masse-Beziehung	UF4 Vernetzung B1 Kriterien
Satellitennavigation – Zeitmessung unter dem Einfluss von Geschwindigkeit und Gravitation Beeinflusst Gravitation den Ablauf der Zeit? Zeitbedarf: 4 Ustd.	*Relativitätstheorie* • Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung	
Das heutige Weltbild Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt? Zeitbedarf: 4 Ustd.	*Relativitätstheorie* • Konstanz der Lichtgeschwindigkeit • Problem der Gleichzeitigkeit • Zeitdilatation und Längenkontraktion • Relativistische Massenzunahme • Energie-Masse-Beziehung • Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung	
Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie	*Elektrik* • Elektromagnetische Induktion	UF2 Auswahl E6 Modelle

Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden? Zeitbedarf: 22 Ustd.		B4 Möglichkeiten und Grenzen
Physikalische Grundlagen der drahtlosen Nachrichtenübermittlung Wie können Nachrichten ohne Materietransport übermittelt werden? Zeitbedarf: 28 Ustd.	*Elektrik* • Elektromagnetische Schwingungen und Wellen	UF1 Wiedergabe UF2 Auswahl E4 Untersuchungen und Experimente E5 Auswertung E6 Modelle K3 Präsentation B1 Kriterien B4 Möglichkeiten und Grenzen
Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS: 120 Stunden		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhaltsfeld: ***Elektrik (LK)***

Kontext: ***Untersuchung von Elektronen***

Leitfrage: Wie können physikalische Eigenschaften wie die Ladung und die Masse eines Elektrons gemessen werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder,Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

(B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Grundlagen: Ladungstrennung, Ladungsträger (4 Ustd.)	erklären elektrostatische Phänomene und Influenz mithilfe grundlegender Eigenschaften elektrischer Ladungen (UF2, E6),	einfache Versuche zur Reibungselektrizität – Anziehung / Abstoßung, halbquantitative Versuche mit Hilfe eines Elektrometerverstärkers: Zwei aneinander geriebene Kunststoffstäbe aus unterschiedlichen Materialien tragen betragsmäßig gleiche, aber entgegengesetzte Ladungen, Influenzversuche	An dieser Stelle sollte ein Rückgriff auf die S I erfolgen. Das Elektron soll als (ein) Träger der negativen Ladung benannt und seine Eigenschaften untersucht werden.
Bestimmung der Elementarladung: elektrische Felder, Feldlinien potentielle Energie im elektrischen Feld, Spannung Kondensator Elementarladung (10 Ustd.)	beschreiben Eigenschaften und Wirkungen homogener elektrischer und magnetischer Felder und erläutern die Definitionsgleichungen der entsprechenden Feldstärken (UF2, UF1), erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4),	Skizzen zum prinzipiellen Aufbau des Millikanversuchs, realer Versuchsaufbau oder entsprechende Medien (z. B: RCL (remote control laboratory), einfache Versuche und visuelle Medien zur Veranschaulichung elektrischer Felder im Feldlinienmodell, Plattenkondensator (homogenes E-Feld),	Die Versuchsidee „eines“ Millikanversuchs wird erarbeitet. Der Begriff des elektrischen Feldes und das Feldlinienmodell werden eingeführt. Die elektrische Feldstärke in einem Punkt eines elektrischen Feldes, der Begriff „homogenes Feld“ und die Spannung werden definiert.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
	leiten physikalische Gesetze (u.a. die im homogenen elektrischen Feld gültige Beziehung zwischen Spannung und Feldstärke und den Term für die Lorentzkraft) aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2), entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),	evtl. Apparatur zur Messung der Feldstärke gemäß der Definition, Spannungsmessung am Plattenkondensator, Bestimmung der Elementarladung mit dem Millikanversuch	Zusammenhang zwischen E und U im homogenen Feld Bestimmung der Elementarladung mit Diskussion der Messgenauigkeit An dieser Stelle sollten Übungsaufgaben erfolgen, z.B. auch zum Coulomb'schen Gesetz. Dieses kann auch nur per Plausibilitätsbetrachtung eingeführt werden.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Bestimmung der Masse eines Elektrons: magnetische Felder, Feldlinien, potentielle Energie im elektrischen Feld, Energie bewegter Ladungsträger, Elektronenmasse (10 Ustd.)	erläutern an Beispielen den Stellenwert experimenteller Verfahren bei der Definition physikalischer Größen (elektrische und magnetische Feldstärke) und geben Kriterien zu deren Beurteilung an (z.B. Genauigkeit, Reproduzierbarkeit, Unabhängigkeit von Ort und Zeit) (B1, B4), treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1), beschreiben qualitativ die Erzeugung eines Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahlröhre (UF1, K3), ermitteln die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer Spannung (auch relativistisch) (UF2, UF4, B1),	Fadenstrahlrohr (zunächst) zur Erarbeitung der Versuchsidee, (z.B.) Stromwaage zur Demonstration der Kraftwirkung auf stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld sowie zur Veranschaulichung der Definition der magnetischen Feldstärke, Versuche mit z.B. Oszilloskop, Fadenstrahlrohr, altem (Monochrom-) Röhrenmonitor o. ä. zur Demonstration der Lorentzkraft, Fadenstrahlrohr zur e/m – Bestimmung (das Problem der Messung der magnetischen Feldstärke wird ausgelagert.)	Die Frage nach der Masse eines Elektrons führt zu weiteren Überlegungen. Als Versuchsidee wird (evtl. in Anlehnung an astronomischen Berechnungen in der EF) die Auswertung der Daten einer erzwungenen Kreisbewegung des Teilchens erarbeitet. Dazu wird der Begriff des magnetischen Feldes eingeführt sowie die Veranschaulichung magnetischer Felder (inkl. Feldlinienmodell) erarbeitet. Definition der magnetischen Feldstärke, Definition des homogenen Magnetfeldes, Kraft auf stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld, Herleitung der Formel für die Lorentzkraft,

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
	erläutern den Feldbegriff und zeigen dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Gravitationsfeld, elektrischem und magnetischem Feld auf (UF3, E6), entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1), erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4), bestimmen die relative Orientierung von Bewegungsrichtung eines Ladungsträgers, Magnetfeldrichtung und resultierender Kraftwirkung mithilfe einer Drei-Finger-Regel (UF2, E6), leiten physikalische Gesetze (Term für die Lorentzkraft) aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),		Ein Verfahren zur Beschleunigung der Elektronen sowie zur Bestimmung ihrer Geschwindigkeit wird erarbeitet.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
	beschreiben qualitativ und quantitativ die Bewegung von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern sowie in gekreuzten Feldern (Wien-Filter, Hall-Effekt) (E1, E2, E3, E4, E5 UF1, UF4), schließen aus spezifischen Bahnkurvendaten bei der e/m-Bestimmung und beim Massenspektrometer auf wirkende Kräfte sowie Eigenschaften von Feldern und bewegten Ladungsträgern (E5, UF2),		
24 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext: ***Aufbau und Funktionsweise wichtiger Versuchs- und Messapparaturen***

Leitfrage: Wie und warum werden physikalische Größen meistens elektrisch erfasst und wie werden sie verarbeitet?

Inhaltliche Schwerpunkte: Eigenschaften elektrischer Ladungen und ihrer Felder ,Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

(E1) in unterschiedlichen Kontexten physikalische Probleme identifizieren, analysieren und in Form physikalischer Fragestellungen präzisieren,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

(B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Anwendungen in Forschung und Technik: Bewegung von Ladungsträgern in Feldern (12 Ustd.)	beschreiben qualitativ und quantitativ die Bewegung von Ladungsträgern in homogenen elektrischen und magnetischen Feldern sowie in gekreuzten Feldern (Wien-Filter, Hall-Effekt) (E1, E2, E3, E4, E5 UF1, UF4), erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrik (K1, K3, UF3), beschreiben qualitativ die Erzeugung eines Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahlröhre (UF1, K3), ermitteln die Geschwindigkeitsänderung eines Ladungsträgers nach Durchlaufen einer Spannung (auch relativistisch) (UF2, UF4, B1), schließen aus spezifischen Bahnkurvendaten beim Massenspektrometer auf wirkende Kräfte sowie Eigenschaften von Feldern und bewegten Ladungsträgern, (E5, UF2), erläutern den Feldbegriff und zeigen dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Gravitationsfeld, elektrischem und magnetischem Feld auf (UF3, E6), erläutern den Einfluss der relativistischen Massenzunahme auf die Bewegung geladener Teilchen im Zyklotron (E6, UF4), leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2),	Hallsonde, Halleffektgerät, diverse Spulen, deren Felder vermessen werden (insbesondere lange Spulen und Helmholtzspulen), Elektronenstrahlablenkröhre visuelle Medien und Computersimulationen (ggf. RCLs) zum Massenspektrometer, Zyklotron und evtl. weiteren Teilchenbeschleunigern	Das Problem der Messung der Stärke des magnetischen Feldes der Helmholtzspulen (e/m – Bestimmung) wird wieder aufgegriffen, Vorstellung des Aufbaus einer Hallsonde und Erarbeitung der Funktionsweise einer Hallsonde, Veranschaulichung mit dem Halleffektgerät (Silber), Kalibrierung einer Hallsonde, Messungen mit der Hallsonde, u. a. nachträgliche Vermessung des Helmholtzspulenfeldes, Bestimmung der magnetischen Feldkonstante, Arbeits- und Funktionsweisen sowie die Verwendungszwecke diverser Elektronenröhren, Teilchenbeschleuniger und eines Massenspektrometers werden untersucht.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
	entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1), wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze (u.a. Coulomb'sches Gesetz, Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld, Lorentzkraft, Spannung im homogenen *E*-Feld) problembezogen aus (UF2),		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Moderne messtechnische Verfahren sowie Hilfsmittel zur Mathematisierung: Auf- und Entladung von Kondensatoren, Energie des elektrischen Feldes (10 Ustd.)	erläutern an Beispielen den Stellenwert experimenteller Verfahren bei der Definition physikalischer Größen (elektrische und magnetische Feldstärke) und geben Kriterien zu deren Beurteilung an (z.B. Genauigkeit, Reproduzierbarkeit, Unabhängigkeit von Ort und Zeit) (B1, B4), erläutern und veranschaulichen die Aussagen, Idealisierungen und Grenzen von Feldlinienmodellen, nutzen Feldlinienmodelle zur Veranschaulichung typischer Felder und interpretieren Feldlinienbilder (K3, E6, B4), entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1), wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze (u.a. Coulomb'sches Gesetz, Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld, Lorentzkraft, Spannung im homogenen *E*-Feld) problembezogen aus (UF2), leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2), ermitteln die in elektrischen bzw. magnetischen Feldern gespeicherte Energie (Kondensator) (UF2), beschreiben qualitativ und quantitativ, bei vorgegebenen Lösungsansätzen, Ladungs- und Entladungsvorgänge in Kondensatoren (E4, E5, E6),	diverse Kondensatoren (als Ladungs-/ Energiespeicher), Aufbaukondensatoren mit der Möglichkeit die Plattenfläche und den Plattenabstand zu variieren, statische Voltmeter bzw. Elektrometermessverstärker, Schülerversuche zur Auf- und Entladung von Kondensatoren sowohl mit großen Kapazitäten (Messungen mit Multimeter) als auch mit kleineren Kapazitäten (Messungen mit Hilfe von Messwerterfassungssystemen), Computer oder GTR/CAS-Rechner zur Messwertverarbeitung	Kondensatoren werden als Ladungs-/ Energiespeicher vorgestellt (z.B. bei elektronischen Geräten wie Computern). Die (Speicher-) Kapazität wird definiert und der Zusammenhang zwischen Kapazität, Plattenabstand und Plattenfläche für den Plattenkondensator (deduktiv mit Hilfe der Grundgleichung des elektrischen Feldes) ermittelt. Plausibilitätsbetrachtung zur Grundgleichung des elektrischen Feldes im Feldlinienmodell, Ermittlung der elektrischen Feldkonstante (evtl. Messung), Auf- und Entladevorgänge bei Kondensatoren werden messtechnisch erfasst, computerbasiert ausgewertet und mithilfe von Differentialgleichungen beschrieben. deduktive Herleitung der im elektrischen Feld eines Kondensators gespeicherten elektrischen Energie

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
	treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1), wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrik (auch computergestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4),		
22 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhaltsfeld: ***Relativitätstheorie (LK)***

Kontext: ***Satellitennavigation – Zeitmessung ist nicht absolut***

Leitfrage: Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit?

Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Problem der Gleichzeitigkeit

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und Problem der Gleichzeitigkeit Inertialsysteme Relativität der Gleichzeitigkeit (4 Ustd.)	begründen mit dem Ausgang des Michelson-Morley-Experiments die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4, E5, E6), erläutern das Problem der relativen Gleichzeitigkeit mit in zwei verschiedenen Inertialsystemen jeweils synchronisierten Uhren (UF2), begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten Auswirkungen auf die additive Überlagerung von Geschwindigkeiten (UF2).	Experiment von Michelson und Morley (Computersimulation) Relativität der Gleichzeitigkeit (Video / Film)	Ausgangsproblem: Exaktheit der Positionsbestimmung mit Navigationssystemen Begründung der Hypothese von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit mit dem Ausgang des Michelson- und Morley-Experiments (Computersimulation). Das Additionstheorem für relativistische Geschwindigkeiten kann ergänzend ohne Herleitung angegeben werden.
4 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext: ***Höhenstrahlung***

Leitfrage: Warum erreichen Myonen aus der oberen Atmo-sphäre die Erdoberfläche?

Inhaltliche Schwerpunkte: Zeitdilatation und Längenkontraktion

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Zeitdilatation und relativistischer Faktor (2 Ustd., zusätzlich Exkursion)	leiten mithilfe der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und des Modells Lichtuhr quantitativ die Formel für die Zeitdilatation her (E5), reflektieren die Nützlichkeit des Modells Lichtuhr hinsichtlich der Herleitung des relativistischen Faktors (E7). erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1)	Lichtuhr (Gedankenexperiment / Computersimulation) Myonenzerfall (Experimentepool der Universität – ggfs. Exkursion an eine Universität)	Mit der Lichtuhr wird der relativistische Faktor γ hergeleitet. Der Myonenzerfall in der Erdatmosphäre dient als eine experimentelle Bestätigung der Zeitdilatation.
Längenkontraktion (2 Ustd.)	begründen den Ansatz zur Herleitung der Längenkontraktion (E6), erläutern die relativistischen Phänomene Zeitdilatation und Längenkontraktion anhand des Nachweises von in der oberen Erdatmosphäre entstehenden Myonen (UF1), beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3),	Myonenzerfall (Experimentepool der Universität – ggfs. Exkursion an eine Universität) – s. o.	Der Myonenzerfall dient als experimentelle Bestätigung der Längenkontraktion (im Vergleich zur Zeitdilatation) – s. o. Herleitung der Formel für die Längenkontraktion
4 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext: ***Teilchenbeschleuniger – Warum Teilchen aus dem Takt geraten***

Leitfrage: Ist die Masse bewegter Teilchen konstant?

Inhaltliche Schwerpunkte: Relativistische Massenzunahme, Energie-Masse-Beziehung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
„Schnelle“ Ladungsträger in E- und B-Feldern (4 Ustd.)	erläutern auf der Grundlage historischer Dokumente ein Experiment (Bertozzi-Versuch) zum Nachweis der relativistischen Massenzunahme (K2, K3),	Bertozzi-Experiment (anhand Simulation leifi-physik)	Hier würde sich eine Schülerpräsentation des Bertozzi-Experiments anbieten. Der Einfluss der Massenzunahme wird in einer Simulation durch das „Aus-dem-Takt-Geraten“ eines beschleunigten Teilchens im Zyklotron ohne Rechnung veranschaulicht. Die Formel für die dynamische Masse wird als deduktiv herleitbar angegeben.
Ruhemasse und dynamische Masse (2 Ustd.)	erläutern die Energie-Masse-Beziehung (UF1) berechnen die relativistische kinetische Energie von Teilchen mithilfe der Energie-Masse-Beziehung (UF2)		Die Differenz aus dynamischer Masse und Ruhemasse wird als Maß für die kinetische Energie eines Körpers identifiziert.
Bindungsenergie im Atomkern Annihilation (2 Ustd.)	beschreiben die Bedeutung der Energie-Masse-Äquivalenz hinsichtlich der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen (UF4), bestimmen und bewerten den bei der Annihilation von Teilchen und Antiteilchen frei werdenden Energiebetrag (E7, B1), beurteilen die Bedeutung der Beziehung $E=mc^2$ für Erforschung und technische Nutzung von Kernspaltung und Kernfusion (B1, B3),	Historische Aufnahme von Teilchenbahnen	Interpretation des Zusammenhangs zwischen Bindungsenergie pro Nukleon und der Kernspaltungs- bzw. Kernfusionsenergie bei den entsprechenden Prozessen. Es können Filme zu Hiroshima und Nagasaki eingesetzt werden. Erzeugung und Vernichtung von Teilchen
8 Ustd.	**Summe**		

Kontext: ***Satellitennavigation – Zeitmessung unter dem Einfluss von Geschwindigkeit und Gravitation***

Leitfrage: Beeinflusst Gravitation den Ablauf der Zeit?

Inhaltliche Schwerpunkte: Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Gravitation und Zeitmessung (2 Ustd.)	beschreiben qualitativ den Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung (UF4)	Der Gang zweier Atomuhren in unterschiedlicher Höhe in einem Raum (früheres Experimente der PTB Braunschweig) Flug von Atomuhren um die Erde (Video)	Dieser Unterrichtsabschnitt soll lediglich einen ersten – qualitativ orientierten – Einblick in die Äquivalenz von Gravitation und gleichmäßig beschleunigten Bezugssystemen geben. Elemente des Kontextes Satellitennavigation können genutzt werden, um sowohl die Zeitdilatation (infolge der unterschiedlichen Geschwindigkeiten der Satelliten) als auch die Gravitationswirkung (infolge ihres Aufenthalts an verschiedenen Orten im Gravitationsfeld der Erde) zu verdeutlichen.
Die Gleichheit von träger und schwerer Masse (im Rahmen der heutigen Messgenauigkeit) (2 Ustd.)	veranschaulichen mithilfe eines einfachen gegenständlichen Modells den durch die Einwirkung von massebehafteten Körpern hervorgerufenen Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung sowie die „Krümmung des Raums“ (K3).	Einsteins Fahrstuhl-Gedankenexperiment Das Zwillingsparadoxon (mit Beschleunigungsphasen und Phasen der gleichförmigen Bewegung Film / Video	An dieser Stelle könnte eine Schülerpräsentation erfolgen (mithilfe der Nutzung von Informationen und Animationen aus dem Internet)
4 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext: ***Das heutige Weltbild***

Leitfrage: Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt?

Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Problem der Gleichzeitigkeit, Zeitdilatation und Längenkontraktion, Relativistische Massenzunahme, Energie-Masse-Beziehung, Der Einfluss der Gravitation auf die Zeitmessung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Gegenseitige Bedingung von Raum und Zeit (2 Ustd.)	bewerten Auswirkungen der Relativitätstheorie auf die Veränderung des physikalischen Weltbilds (B4).	Lehrbuchtexte, Internetrecherche	Ggf. Schülervortrag
2 Ustd.	**Summe**		

Kontext: ***Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie***

Leitfrage: Wie kann elektrische Energie gewonnen, verteilt und bereitgestellt werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektromagnetische Induktion

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Induktion, das grundlegende Prinzip bei der Versorgung mit elektrischer Energie: Induktionsvorgänge, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel, Energie des magnetischen Feldes (22 Ustd.)	entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1), wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze (u.a. Coulomb'sches Gesetz, Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld, Lorentzkraft, Spannung im homogenen E-Feld) problembezogen aus (UF2), leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2), planen und realisieren Experimente zum Nachweis der Teilaussagen des Induktionsgesetzes (E2, E4, E5), führen das Auftreten einer Induktionsspannung auf die zeitliche Änderung der von einem Leiter überstrichenen gerichteten Fläche in einem Magnetfeld zurück (u.a. bei der Erzeugung einer Wechselspannung) (E6), erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrik (K1, K3, UF3), treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1), identifizieren Induktionsvorgänge aufgrund der zeitlichen Änderung der magnetischen Feldgröße *B* in Anwendungs- und Alltagssituationen (E1, E6, UF4),	Medien zur Information über prinzipielle Verfahren zur Erzeugung, Verteilung und Bereitstellung elektrischer Energie, Bewegung eines Leiters im Magnetfeld - Leiterschaukel, einfaches elektrodynamisches Mikrofon, Gleich- und Wechselspannungsgeneratoren (vereinfachte Funktionsmodelle für Unterrichtszwecke) quantitativer Versuch zur elektromagnetischen Induktion bei Änderung der Feldgröße B, registrierende Messung von B(t) und $U_{ind}(t)$, „Aufbau-" Transformatoren zur Spannungswandlung	Leiterschaukelversuch evtl. auch im Hinblick auf die Registrierung einer gedämpften mechanischen Schwingung auswertbar, Gleich- und Wechselspannungsgeneratoren werden nur qualitativ behandelt. Das Induktionsgesetz in seiner allgemeinen Form wird erarbeitet: 1. Flächenänderung (deduktive Herleitung) 2. Änderung der Feldgröße *B* (quantitatives Experiment) Drehung einer Leiterschleife (qualitative Betrachtung) Der magnetische Fluss wird definiert, das Induktionsgesetz als Zusammenfassung und Verallgemeinerung der Ergebnisse formuliert. qualitative Deutung des Versuchsergebnisses zur Selbstinduktion

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
	wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrik (auch computer-gestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der Messergebnisse (E5, B4), ermitteln die in magnetischen Feldern gespeicherte Energie (Spule) (UF2), bestimmen die Richtungen von Induktionsströmen mithilfe der Lenz'schen Regel (UF2, UF4, E6), begründen die Lenz'sche Regel mithilfe des Energie- und des Wechselwirkungskonzeptes (E6, K4),	Modellversuch zu einer „Überlandleitung" (aus CrNi-Draht) mit zwei „Trafo-Stationen", zur Untersuchung der Energieverluste bei unterschiedlich hohen Spannungen, Versuch (qualitativ und quantitativ) zur Demonstration der Selbstinduktion (registrierende Messung und Vergleich der Ein- und Ausschaltströme in parallelen Stromkreisen mit rein ohmscher bzw. mit induktiver Last), Versuche zur Demonstration der Wirkung von Wirbelströmen, diverse „Ringversuche"	Deduktive Herleitung des Terms für die Selbstinduktionsspannung einer langen Spule (ausgehend vom Induktionsgesetz), Interpretation des Vorzeichens mit Hilfe der Lenz'schen Regel Definition der Induktivität, messtechnische Erfassung und computerbasierte Auswertung von Ein- und Ausschaltvorgängen bei Spulen deduktive Herleitung der im magnetischen Feld einer Spule gespeicherten magnetischen Energie
22 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext: ***Physikalische Grundlagen der drahtlosen Nachrichtenübermittlung***

Leitfrage: Wie können Nachrichten ohne Materietransport übermittelt werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elektromagnetische Schwingungen und Wellen

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

(E4) Experimente mit komplexen Versuchsplänen und Versuchsaufbauten, auch historisch bedeutsame Experimente, mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien durchführen,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

(B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Der elektromagnetische Schwingkreis – das Basiselement der Nachrichtentechnik: Elektromagnetische Schwingungen im RLC-Kreis, Energieumwandlungsprozesse im RLC-Kreis (12 Ustd.)	erläutern die Erzeugung elektromagnetischer Schwingungen, erstellen aussagekräftige Diagramme und werten diese aus (E2, E4, E5, B1), treffen im Bereich Elektrik Entscheidungen für die Auswahl von Messgeräten (Empfindlichkeit, Genauigkeit, Auflösung und Messrate) im Hinblick auf eine vorgegebene Problemstellung (B1), erläutern qualitativ die bei einer ungedämpften elektromagnetischen Schwingung in der Spule und am Kondensator ablaufenden physikalischen Prozesse (UF1, UF2), beschreiben den Schwingvorgang im RLC-Kreis qualitativ als Energieumwandlungsprozess und benennen wesentliche Ursachen für die Dämpfung (UF1, UF2, E5),	MW-Radio aus Aufbauteilen der Elektriksammlung mit der Möglichkeit, die modulierte Trägerschwingung (z.B. oszilloskopisch) zu registrieren, einfache Resonanzversuche (auch aus der Mechanik / Akustik),	Zur Einbindung der Inhalte in den Kontext wird zunächst ein Mittelwellenradio aus Aufbauteilen der Elektriksammlung vorgestellt. Der Schwingkreis als zentrale Funktionseinheit des MW-Radios: Es kann leicht gezeigt werden, dass durch Veränderung von L bzw. C der Schwingkreis so „abgestimmt“ werden kann, dass (z.B. oszilloskopisch) eine modulierte Trägerschwingung registriert werden kann, also der Schwingkreis „von außen“ angeregt wird. Die Analogie zu mechanischen Resonanzversuchen wird aufgezeigt.
	wählen begründet mathematische Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messwerten im Bereich der Elektrik (auch computer-gestützte graphische Darstellungen, Linearisierungsverfahren, Kurvenanpassungen), wenden diese an und bewerten die Güte der	RLC - Serienschwingkreis insbesondere mit registrierenden Messverfahren und computergestützten Auswerteverfahren, ggf. Meißner- oder Dreipunkt-Rückkopplungsschaltung zur Erzeugung / Demonstration entdämpfter	Die zentrale Funktionseinheit „Schwingkreis“ wird genauer untersucht. Spannungen und Ströme im RCL – Kreis werden zeitaufgelöst registriert, die Diagramme sind Grundlage für die qualitative Beschreibung der Vorgänge in Spule und Kondensator. Quantitativ wird nur die ungedämpfte Schwingung beschrieben (inkl.

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
	Messergebnisse (E5, B4), entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1),	elektromagnetischer Schwingungen	der Herleitung der Thomsonformel).
	wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze problembezogen aus (UF2), leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2).		Die Möglichkeiten zur mathematischen Beschreibung gedämpfter Schwingungen sowie Möglichkeiten der Entdämpfung / Rückkopplung können kurz und rein qualitativ angesprochen werden.
Materiefreie Über-tragung von Information und Energie: Entstehung und Ausbreitung elektro-magnetischer Wellen, Energietransport und Informationsüber-tragung durch elektro-magnetische Wellen, (16 Ustd.)	beschreiben den Hertz'schen Dipol als einen (offenen) Schwingkreis (UF1, UF2, E6), erläutern qualitativ die Entstehung eines elektrischen bzw. magnetischen Wirbelfelds bei *B*- bzw. *E*-Feldänderung und die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle (UF1, UF4, E6), beschreiben qualitativ die lineare Ausbreitung harmonischer Wellen als	L-C-Kreis, der sich mit einem magnetischen Wechselfeld über eine „Antenne" zu Schwingungen anregen lässt, dm-Wellen-Sender mit Zubehör (Empfängerdipol, Feldindikatorlampe), Visuelle Medien zur Veranschaulichung der zeitlichen Änderung der E- und B-Felder beim Hertz'schen Dipol, entsprechende Computersimulationen,	Erinnerung an die Anregung des MW-Radio-Schwingkreises durch „Radiowellen" zur Motivation der Erforschung sogenannter elektromagnetischer Wellen, Das Phänomen der elektromagnetische Welle, ihre Erzeugung und Ausbreitung werden erarbeitet. Übergang vom Schwingkreis zum Hertz'schen Dipol durch Verkleinerung von L und C, Überlegungen zum

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
	räumlich und zeitlich periodischen Vorgang (UF1, E6), erläutern anhand schematischer Darstellungen Grundzüge der Nutzung elektromagnetischer Trägerwellen zur Übertragung von Informationen (K2, K3, E6). ermitteln auf der Grundlage von Brechungs-, Beugungs- und Interferenzerscheinungen (mit Licht- und Mikrowellen) die Wellenlängen und die Lichtgeschwindigkeit (E2, E4, E5). beschreiben die Phänomene Reflexion, Brechung, Beugung und Interferenz im Wellenmodell und begründen sie qualitativ mithilfe des Huygens'schen Prinzips (UF1, E6). erläutern konstruktive und destruktive Interferenz sowie die entsprechenden Bedingungen mithilfe geeigneter Darstellungen (K3, UF1),	Ringentladungsröhre (zur Vertiefung der elektromagnetischen Induktion), visuelle Medien zur magneto-elektrischen Induktion, Visuelle Medien zur Veranschaulichung der Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle, entsprechende Computersimulationen, Versuche mit dem dm-Wellen-Sender (s.o.),	„Ausbreitungsmechanismus" elektromagnetischer Wellen: • Induktion findet auch ohne Leiter („Induktionsschleife") statt! • (Z.B.) Versuch zur Demonstration des Magnetfeldes um stromdurchflossene Leiter, über die ein Kondensator aufgeladen wird. • Auch im Bereich zwischen den Kondensatorplatten existiert ein magnetisches Wirbelfeld.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
	entscheiden für Problemstellungen aus der Elektrik, ob ein deduktives oder ein experimentelles Vorgehen sinnvoller ist (B4, UF2, E1), leiten physikalische Gesetze aus geeigneten Definitionen und bekannten Gesetzen deduktiv her (E6, UF2), beschreiben die Interferenz an Doppelspalt und Gitter im Wellenmodell und leiten die entsprechenden Terme für die Lage der jeweiligen Maxima n-ter Ordnung her (E6, UF1, UF2), wählen Definitionsgleichungen zusammengesetzter physikalischer Größen sowie physikalische Gesetze problembezogen aus (UF2), erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten (K1, K3, UF3).	Visuelle Medien zur Veranschaulichung der Ausbreitung einer linearen (harmonischen) Welle, auch Wellenmaschine zur Erinnerung an mechanische Wellen, entsprechende Computersimulationen, Wellenwanne Mikrowellensender / -empfänger mit Gerätesatz für Beugungs-, Brechungs- und Interferenzexperimente, Interferenz-, Beugungs- und Brechungsexperimente mit (Laser-) Licht an Doppelspalt und Gitter (quantitativ) – sowie z.B. an Kanten, dünnen Schichten,... (qualitativ)	Beugungs-, Brechungs- und Interferenzerscheinungen zum Nachweis des Wellencharakters elektromagnetischer Wellen,
28 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

11. Curriculum Jahrgangsstufe 13 / Q2

11.1 Grundkurs

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS – Übersicht	
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte
Erforschung des Mikro- und Makrokosmos Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie? Zeitbedarf: 13 Ustd.	*Strahlung und Materie* • Energiequantelung der Atomhülle • Spektrum der elektromagnetischen Strahlung
Mensch und Strahlung Wie wirkt Strahlung auf den Menschen? Zeitbedarf: 9 Ustd.	*Strahlung und Materie* • Kernumwandlungen • Ionisierende Strahlung • Spektrum der elektromagnetischen Strahlung
Forschung am CERN und DESY Was sind die kleinsten Bausteine der Materie? Zeitbedarf: 6 Ustd.	*Strahlung und Materie* • Standardmodell der Elementarteilchen
Navigationssysteme Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit? Zeitbedarf: 5 Ustd.	*Relativität von Raum und Zeit* • Konstanz der Lichtgeschwindigkeit • Zeitdilatation
Teilchenbeschleuniger Ist die Masse bewegter Teilchen konstant? Zeitbedarf: 6 Ustd.	*Relativität von Raum und Zeit* • Veränderlichkeit der Masse • Energie-Masse Äquivalenz
Das heutige Weltbild Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt? Zeitbedarf: 2 Ustd.	*Relativität von Raum und Zeit* • Konstanz der Lichtgeschwindigkeit • Zeitdilatation • Veränderlichkeit der Masse • Energie-Masse Äquivalenz
Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 41 Stunden	

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhaltsfeld: ***Strahlung und Materie (GK)***

Kontext: ***Erforschung des Mikro- und Makrokosmos***

Leitfrage: Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Energiequantelung der Atomhülle, Spektrum der elektromagnetischen Strahlung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(E2) kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Kern-Hülle-Modell (2 Ustd.)	erläutern, vergleichen und beurteilen Modelle zur Struktur von Atomen und Materiebausteinen (E6, UF3, B4),	Literaturrecherche, Schulbuch	Ausgewählte Beispiele für Atommodelle
Energieniveaus der Atomhülle (2 Ustd.)	erklären die Energie absorbierter und emittierter Photonen mit den unterschiedlichen Energieniveaus in der Atomhülle (UF1, E6),	Erzeugung von **Linienspektren** mithilfe von Gasentladungslampen	Deutung der Linienspektren
Quantenhafte Emission und Absorption von Photonen (3 Ustd.)	erläutern die Bedeutung von *Flammenfärbung und Linienspektren bzw. Spektralanalyse*, die Ergebnisse des *Franck-Hertz-Versuches* sowie die *charakteristischen Röntgenspektren* für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7),	**Franck-Hertz-Versuch**	Es kann das Bohr'sche Atommodell angesprochen werden (ohne Rechnungen)
Röntgenstrahlung (3 Ustd.)	erläutern die Bedeutung von *Flammenfärbung und Linienspektren bzw. Spektralanalyse*, die Ergebnisse des *Franck-Hertz-Versuches* sowie die *charakteristischen Röntgenspektren* für die Entwicklung von Modellen der diskreten Energiezustände von Elektronen in der Atomhülle (E2, E5, E6, E7),	Aufnahme von **Röntgenspektren** (kann mit interaktiven Bildschirmexperimenten (IBE) oder Lehrbuch geschehen, falls keine Schulröntgeneinrichtung vorhanden ist)	Im Zuge der „Elemente der Quantenphysik" kann die Röntgenstrahlung bereits als Umkehrung des Photoeffekts bearbeitet werden Mögliche Ergänzungen: Bremsspektrum mit h-Bestimmung / Bragg-Reflexion

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Sternspektren und Fraunhoferlinien (3 Ustd.)	interpretieren Spektraltafeln des *Sonnenspektrums* im Hinblick auf die in der Sonnen- und Erdatmosphäre vorhandenen Stoffe (K3, K1), erklären Sternspektren und Fraunhoferlinien (UF1, E5, K2), stellen dar, wie mit spektroskopischen Methoden Informationen über die Entstehung und den Aufbau des Weltalls gewonnen werden können (E2, K1),	**Flammenfärbung** Darstellung des **Sonnenspektrums** mit seinen **Fraunhoferlinien** **Spektralanalyse**	u. a. Durchstrahlung einer Na-Flamme mit Na- und Hg-Licht (Schattenbildung)
13 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext: ***Mensch und Strahlung***

Leitfrage: Wie wirkt Strahlung auf den Menschen?

Inhaltliche Schwerpunkte: Kernumwandlungen, Ionisierende Strahlung, Spektrum der elektromagnetischen Strahlung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(B3) an Beispielen von Konfliktsituationen mit physikalisch-technischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und bewerten,

(B4) begründet die Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Strahlungsarten (2 Ustd.)	unterscheiden α-, β-, γ-Strahlung und Röntgenstrahlung sowie Neutronen- und Schwerionenstrahlung (UF3), erläutern den Nachweis unterschiedlicher Arten ionisierender Strahlung mithilfe von Absorptionsexperimenten (E4, E5), bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1, B3),	Recherche **Absorptionsexperimente zu α-, β-, γ-Strahlung**	Wiederholung und Vertiefung aus der Sek. I
Elementumwandlung (1 Ustd.)	erläutern den Begriff Radioaktivität und beschreiben zugehörige Kernumwandlungsprozesse (UF1, K1),	Nuklidkarte	
Detektoren (3 Ustd.)	erläutern den Aufbau und die Funktionsweise von Nachweisgeräten für ionisierende Strahlung (*Geiger-Müller-Zählrohr*) und bestimmen Halbwertszeiten und Zählraten (UF1, E2),	**Geiger-Müller-Zählrohr**	An dieser Stelle können Hinweise auf Halbleiterdetektoren gegeben werden.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Biologische Wirkung ionisierender Strahlung und Energieaufnahme im menschlichen Gewebe Dosimetrie (3 Ustd.)	beschreiben Wirkungen von ionisierender und elektromagnetischer Strahlung auf Materie und lebende Organismen (UF1), bereiten Informationen über wesentliche biologisch-medizinische Anwendungen und Wirkungen von ionisierender Strahlung für unterschiedliche Adressaten auf (K2, K3, B3, B4), begründen in einfachen Modellen wesentliche biologisch-medizinische Wirkungen von ionisierender Strahlung mit deren typischen physikalischen Eigenschaften (E6, UF4), erläutern das Vorkommen künstlicher und natürlicher Strahlung, ordnen deren Wirkung auf den Menschen mithilfe einfacher dosimetrischer Begriffe ein und bewerten Schutzmaßnahmen im Hinblick auf die Strahlenbelastungen des Menschen im Alltag (B1, K2). bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung physikalischer Prozesse, u. a. von ionisierender Strahlung, auf der Basis medizinischer, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Gegebenheiten (B3, B4) bewerten Gefahren und Nutzen der Anwendung ionisierender Strahlung unter Abwägung unterschiedlicher Kriterien (B3, B4),	ggf. Einsatz eines Films / eines Videos	Sinnvolle Beispiele sind die Nutzung von ionisierender Strahlung zur Diagnose und zur Therapie bei Krankheiten des Menschen (von Lebewesen) sowie zur Kontrolle technische Anlagen. Erläuterung von einfachen dosimetrischen Begriffe: Aktivität, Energiedosis, Äquivalentdosis
9 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext: ***Forschung am CERN und DESY***

Leitfrage: Was sind die kleinsten Bausteine der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Standardmodell der Elementarteilchen

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Kernbausteine und Elementarteilchen (4 Ustd.)	erläutern mithilfe des aktuellen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3, E6), erklären an einfachen Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell (UF1). recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2).	In diesem Bereich sind i. d. R. keine Realexperimente für Schulen möglich. Es z.B. kann auf Internetseiten des CERN und DESY zurückgegriffen werden.	Mögliche Schwerpunktsetzung: Paarerzeugung, Paarvernichtung,
(Virtuelles) Photon als Austauschteilchen der elektromagnetischen Wechselwirkung Konzept der Austauschteilchen vs. Feldkonzept (2 Ustd.)	vergleichen in Grundprinzipien das Modell des Photons als Austauschteilchen für die elektromagnetische Wechselwirkung exemplarisch für fundamentale Wechselwirkungen mit dem Modell des Feldes (E6).	Lehrbuch, Animationen	Veranschaulichung der Austauschwechselwirkung mithilfe geeigneter mechanischer Modelle, auch Problematik dieser Modelle thematisieren
6 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhaltsfeld: ***Relativität von Raum und Zeit (GK)***

Kontext: ***Navigationssysteme***

Leitfrage: Welchen Einfluss hat Bewegung auf den Ablauf der Zeit?

Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Zeitdilatation

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Relativität der Zeit (5 Ustd.)	interpretieren das *Michelson-Morley-Experiment* als ein Indiz für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (UF4), erklären anschaulich mit der *Lichtuhr* grundlegende Prinzipien der speziellen Relativitätstheorie und ermitteln quantitativ die Formel für die Zeitdilatation (E6, E7), erläutern qualitativ den *Myonenzerfalls* in der Erdatmosphäre als experimentellen Beleg für die von der Relativitätstheorie vorhergesagte Zeitdilatation (E5, UF1). erläutern die relativistische Längenkontraktion über eine Plausibilitätsbetrachtung (K3), begründen mit der Lichtgeschwindigkeit als Obergrenze für Geschwindigkeiten von Objekten, dass eine additive Überlagerung von Geschwindigkeiten nur für „kleine“ Geschwindigkeiten gilt (UF2), erläutern die Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit als Ausgangspunkt für die Entwicklung der speziellen Relativitätstheorie (UF1),	**Experiment von Michelson und Morley** (Computersimulation) **Lichtuhr** (Gedankenexperiment / Computersimulation) **Myonenzerfall** (Experimentepool der Universität Wuppertal)	Ausgangsproblem: Exaktheit der Positionsbestimmung mit Navigationssystemen Begründung der Hypothese von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit mit dem Ausgang des Michelson-Morley-Experiments Herleitung der Formel für die Zeitdilatation am Beispiel einer „bewegten Lichtuhr“. Der Myonenzerfall in der Erdatmosphäre dient als experimentelle Bestätigung der Zeitdilatation. Betrachtet man das Bezugssystem der Myonen als ruhend, kann die Längenkontraktion der Atmosphäre plausibel gemacht werden. Die Formel für die Längenkontraktion wird angegeben.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
5 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext: ***Teilchenbeschleuniger***

Leitfrage: Ist die Masse bewegter Teilchen konstant?

Inhaltliche Schwerpunkte: Veränderlichkeit der Masse, Energie-Masse Äquivalenz

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
„Schnelle“ Ladungsträger in E- und B-Feldern (2 Ustd.)	erläutern die Funktionsweise eines *Zyklotrons* und argumentieren zu den Grenzen einer Verwendung zur Beschleunigung von Ladungsträgern bei Berücksichtigung relativistischer Effekte (K4, UF4),	**Zyklotron** (in einer Simulation mit und ohne Massenveränderlichkeit)	Der Einfluss der Massenzunahme wird in der Simulation durch das „Aus-dem-Takt-Geraten“ eines beschleunigten Teilchens im Zyklotron ohne Rechnung veranschaulicht.
Ruhemasse und dynamische Masse (4 Ustd.)	erläutern die Energie-Masse Äquivalenz (UF1). zeigen die Bedeutung der Beziehung $E=mc^2$ für die Kernspaltung und -fusion auf (B1, B3)	Film / Video	Die Formeln für die dynamische Masse und $E=mc^2$ werden als deduktiv herleitbar angegeben. Erzeugung und Vernichtung von Teilchen, Hier können Texte und Filme zu Hiroshima und Nagasaki eingesetzt werden.
6 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext: ***Das heutige Weltbild***

Leitfrage: Welchen Beitrag liefert die Relativitätstheorie zur Erklärung unserer Welt?

Inhaltliche Schwerpunkte: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Zeitdilatation, Veränderlichkeit der Masse, Energie-Masse Äquivalenz

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Gegenseitige Bedingung von Raum und Zeit (2 Ustd.)	diskutieren die Bedeutung von Schlüsselexperimenten bei physikalischen Paradigmenwechseln an Beispielen aus der Relativitätstheorie (B4, E7), beschreiben Konsequenzen der relativistischen Einflüsse auf Raum und Zeit anhand anschaulicher und einfacher Abbildungen (K3)	Lehrbuch, Film / Video	
2 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik
11.2 Leistungskurs

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS - Übersicht	
Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte
Erforschung des Photons Besteht Licht doch aus Teilchen? Zeitbedarf: 10 Ustd.	*Quantenphysik* • Licht und Elektronen als Quantenobjekte • Welle-Teilchen-Dualismus • Quantenphysik und klassische Physik
Röntgenstrahlung, Erforschung des Photons Was ist Röntgenstrahlung? Zeitbedarf: 9 Ustd.	*Quantenphysik* • Licht und Elektronen als Quantenobjekte
Erforschung des Elektrons Kann das Verhalten von Elektronen und Photonen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden? Zeitbedarf: 6 Ustd.	*Quantenphysik* • Welle-Teilchen-Dualismus
Die Welt kleinster Dimensionen – Mikroobjekte und Quantentheorie Was ist anders im Mikrokosmos? Zeitbedarf: 10 Ustd.	*Quantenphysik* • Welle-Teilchen-Dualismus und Wahrscheinlichkeitsinterpretation • Quantenphysik und klassische Physik

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext und Leitfrage	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Kompetenzschwerpunkte
Geschichte der Atommodelle, Lichtquellen und ihr Licht Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie? Zeitbedarf: 10 Ustd.	*Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik* • Atomaufbau	UF1 Wiedergabe E5 Auswertung E7 Arbeits- und Denkweisen
Physik in der Medizin (Bildgebende Verfahren, Radiologie) Wie nutzt man Strahlung in der Medizin? Zeitbedarf: 14 Ustd.	*Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik* • Ionisierende Strahlung • Radioaktiver Zerfall	UF3 Systematisierung E6 Modelle UF4 Vernetzung
(Erdgeschichtliche) Altersbestimmungen Wie funktioniert die ^{14}C-Methode? Zeitbedarf: 10 Ustd.	*Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik* • Radioaktiver Zerfall	UF2 Auswahl E5 Auswertung
Energiegewinnung durch nukleare Prozesse Wie funktioniert ein Kernkraftwerk? Zeitbedarf: 9 Ustd.	*Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik* • Kernspaltung und Kernfusion • Ionisierende Strahlung	B1 Kriterien UF4 Vernetzung
Forschung am CERN und DESY – Elementarteilchen und ihre fundamentalen Wechselwirkungen Was sind die kleinsten Bausteine der Materie? Zeitbedarf: 11 Ustd.	*Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik* • Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen	UF3 Systematisierung K2 Recherche
Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: 89 Stunden		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhaltsfeld: ***Quantenphysik (LK)***

Kontext: Erforschung *des Photons*

Leitfrage: Besteht Licht doch aus Teilchen?

Inhaltliche Schwerpunkte: Licht und Elektronen als Quantenobjekte, Welle-Teilchen-Dualismus, Quantenphysik und klassische Physik

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Lichtelektrischer Effekt (1 Ustd.)	diskutieren und begründen das Versagen der klassischen Modelle bei der Deutung quantenphysikalischer Prozesse (K4, E6) legen am Beispiel des Photoeffekts und seiner Deutung dar, dass neue physikalische Experimente und Phänomene zur Veränderung des physikalischen Weltbildes bzw. zur Erweiterung oder Neubegründung physikalischer Theorien und Modelle führen können (E7),	Entladung einer positiv bzw. negativ geladenen (frisch geschmirgelten) Zinkplatte mithilfe des Lichts einer Hg-Dampf-Lampe (ohne und mit UV-absorbierender Glasscheibe)	Qualitative Demonstration des Photoeffekts
Teilcheneigenschaften von Photonen Planck´sches Wirkungsquantum (7 Ustd.)	erläutern die qualitativen Vorhersagen der klassischen Elektrodynamik zur Energie von Photoelektronen (bezogen auf die Frequenz und Intensität des Lichts) (UF2, E3), erläutern den Widerspruch der experimentellen Befunde zum Photoeffekt zur klassischen Physik und nutzen zur Erklärung die Einstein'sche Lichtquantenhypothese (E6, E1), diskutieren das Auftreten eines Paradigmenwechsels in der Physik am Beispiel der quantenmechanischen Beschreibung von Licht und Elektronen im Vergleich zur Beschreibung mit klassischen Modellen (B2, E7), beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2), ermitteln aus den experimentellen Daten eines Versuchs zum Photoeffekt das Planck´sche Wirkungsquantum (E5, E6),	1. Versuch zur h-Bestimmung: Gegenspannungsmethode (Hg-Linien mit Cs-Diode) 2. Versuch zur h-Bestimmung: Mit Simulationsprogramm (in häuslicher Arbeit)	Spannungsbestimmung mithilfe Kondensatoraufladung erwähnen Wenn genügend Zeit zur Verfügung steht, kann an dieser Stelle auch der Compton-Effekt behandelt werden: Bedeutung der Anwendbarkeit der (mechanischen) Stoßgesetze hinsichtlich der Zuordnung eines Impulses für Photonen Keine detaillierte (vollständig relativistische) Rechnung im Unterricht notwendig, Rechnung ggf. als Referat vorstellen lassen
10 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext: ***Röntgenstrahlung, Erforschung des Photons***

Leitfrage: Was ist Röntgenstrahlung?

Inhaltliche Schwerpunkte: Licht und Elektronen als Quantenobjekte

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Röntgenröhre Röntgenspektrum (2 Ustd.)	beschreiben den Aufbau einer Röntgenröhre (UF1),	Röntgenröhre der Schulröntgeneinrichtung Sollte keine Röntgenröhre zur Verfügung stehen, kann mit einem interaktiven Bildschirmexperiment (IBE) gearbeitet werden (z.B. http://www.mackspace.de/unterricht/simulationen_physik/quantenphysik/sv/roentgen.php oder http://www.uni-due.de/physik/ap/iabe/roentgen_b10/roentgen_b10_uebersicht.html)	Die Behandlung der Röntgenstrahlung erscheint an dieser Stelle als „Einschub“ in die Reihe zur Quantenphysik sinnvoll, obwohl sie auch zu anderen Sachbereichen Querverbindungen hat und dort durchgeführt werden könnte (z.B. „Physik der Atomhülle“) Zu diesem Zeitpunkt müssen kurze Sachinformationen zum Aufbau der Atomhülle und den Energiezuständen der Hüllelektronen gegeben (recherchiert) werden. Das IBE sollte für die häusliche Arbeit genutzt werden.
Bragg’sche Reflexionsbedingung (2 Ustd.)	erläutern die Bragg-Reflexion an einem Einkristall und leiten die Bragg’sche Reflexionsbedingung her (E6),	Aufnahme eines Röntgenspektrums (Winkel-Intensitätsdiagramm vs. Wellenlängen-Intensitätsdiagramm)	Die Bragg’sche Reflexionsbedingung basiert auf Welleninterpretation, die Registrierung der Röntgenstrahlung mithilfe des Detektors hat den Teilchenaspekt im Vordergrund
Planck’sches Wirkungsquantum (1 Ustd.)	deuten die Entstehung der kurzwelligen Röntgenstrahlung als Umkehrung des Photoeffekts (E6),		Eine zweite Bestimmungsmethode für das Planck’sche Wirkungsquantum

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Strukturanalyse mithilfe der Drehkristallmethode Strukturanalyse nach Debye-Scherrer (2 Ustd.)			Schülerreferate mit Präsentationen zur Debye-Scherrer-Methode
Röntgenröhre in Medizin und Technik (2 Ustd.)	führen Recherchen zu komplexeren Fragestellungen der Quantenphysik durch und präsentieren die Ergebnisse (K2, K3),	Film / Video / Foto Schülervorträge auf fachlich angemessenem Niveau (mit adäquaten fachsprachlichen Formulierungen)	Schülerreferate mit Präsentationen anhand Literatur- und Internetrecherchen Ggf. Exkursion zum Röntgenmuseum in Lennep Ggf. Exkursion zur radiologischen Abteilung des Krankenhauses (die aber auch in Rahmen der Kernphysik (s. dort: „Biologische Wirkung ionisierender Strahlung“) durchgeführt werden kann)
9 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext: ***Erforschung des Elektrons***

Leitfrage: Kann das Verhalten von Elektronen und Photo-nen durch ein gemeinsames Modell beschrieben werden?

Inhaltliche Schwerpunkte: Welle-Teilchen-Dualismus

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(K3) physikalische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Wellencharakter von Elektronen (2 Ustd.)	interpretieren experimentelle Beobachtungen an der Elektronenbeugungsröhre mit den Welleneigenschaften von Elektronen (E1, E5, E6),	Qualitative Demonstrationen mit der Elektronenbeugungsröhre Qualitative Demonstrationen mithilfe RCL (Uni Kaiserslautern: http://rcl-munich.informatik.unibw-muenchen.de/)	Hinweise auf erlaubte nichtrelativistische Betrachtung (bei der verwendeten Elektronenbeugungsröhre der Schule)
Streuung und Beugung von Elektronen De Broglie-Hypothese (4 Ustd.)	beschreiben und erläutern Aufbau und Funktionsweise von komplexen Versuchsaufbauten (u.a. zur h-Bestimmung und zur Elektronenbeugung) (K3, K2), erklären die de Broglie-Hypothese am Beispiel von Elektronen (UF1),	Quantitative Messung mit der Elektronenbeugungsröhre	Herausstellen der Bedeutung der Bragg'schen Reflexionsbedingung für (Röntgen-) Photonen wie für Elektronen mit Blick auf den Wellenaspekt von Quantenobjekten Dabei Betonung der herausragenden Bedeutung der de Broglie-Gleichung für die quantitative Beschreibung der (lichtschnellen und nicht lichtschneller) Quantenobjekte
6 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext: ***Die Welt kleinster Dimensionen – Mikroobjekte und Quantentheorie***

Leitfrage: Was ist anders im Mikrokosmos?

Inhaltliche Schwerpunkte: Welle-Teilchen-Dualismus und Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Quantenphysik und klassische Physik

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
linearer Potentialtopf Energiewerte im linearen Potentialtopf (4 Ustd.)	deuten das Quadrat der Wellenfunktion qualitativ als Maß für die Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Elektronen (UF1, UF4), ermitteln die Wellenlänge und die Energiewerte von im linearen Potentialtopf gebundenen Elektronen (UF2, E6).		Auf die Anwendbarkeit des Potentialtopf-Modells bei Farbstoffmolekülen wird hingewiesen. Die Anwendbarkeit des (mechanischen) Modells der stehenden Welle kann insofern bestätigt werden, als dass die für die stehenden Wellen sich ergebende DGl mit derjenigen der (zeitunabhängigen) Schrödinger-DGl strukturell übereinstimmt. Ein Ausblick auf die Schrödinger-Gleichung genügt.
Wellenfunktion und Aufenthaltswahrscheinlichkeit (4 Ustd.)	erläutern die Aufhebung des Welle-Teilchen-Dualismus durch die Wahrscheinlichkeitsinterpretation (UF1, UF4), erläutern die Bedeutung von Gedankenexperimenten und Simulationsprogrammen zur Erkenntnisgewinnung bei der Untersuchung von Quantenobjekten (E6, E7). erläutern bei Quantenobjekten das Auftreten oder Verschwinden eines Interferenzmusters mit dem Begriff der Komplementarität (UF1, E3), diskutieren das Auftreten eines Paradigmenwechsels in der Physik am Beispiel der quantenmechanischen Beschreibung von Licht und Elektronen im Vergleich zur Beschreibung mit klassischen Modellen (B2, E7), stellen anhand geeigneter Phänomene dar, wann Licht durch ein Wellenmodell bzw. ein Teilchenmodell beschrieben werden kann (UF1, K3, B1),	Demonstration des Durchgangs eines einzelnen Quantenobjekts durch einen Doppelspalt mithilfe eines Simulationsprogramms und mithilfe von Videos	

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Heisenberg´sche Unschärferelation (2 Ustd.)	erläutern die Aussagen und die Konsequenzen der Heisenberg´schen Unschärferelation (Ort-Impuls, Energie-Zeit) an Beispielen (UF1, K3), bewerten den Einfluss der Quantenphysik im Hinblick auf Veränderungen des Weltbildes und auf Grundannahmen zur physikalischen Erkenntnis (B4, E7).		Die Heisenberg'sche Unschärferelation kann (aus fachlicher Sicht) plausibel gemacht werden aufgrund des sich aus der Interferenzbedingung ergebenden Querimpulses eines Quantenobjekts, wenn dieses einen Spalt passiert.
10 Ustd.	**Summe**		

Inhaltsfeld: ***Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik (LK)***

Kontext: ***Geschichte der Atommodelle, Lichtquellen und ihr Licht***

Leitfrage: Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Atomaufbau

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF1) physikalische Phänomene und Zusammenhänge unter Verwendung von Theorien, übergeordneten Prinzipien / Gesetzen und Basiskonzepten beschreiben und erläutern,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

(E7) naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren sowie Veränderungen im Weltbild und in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Atomaufbau: Kern-Hülle-Modell (2 Ustd.)	geben wesentliche Schritte in der historischen Entwicklung der Atommodelle bis hin zum Kern-Hülle-Modell wieder (UF1),	Recherche in Literatur und Internet Rutherford'scher Streuversuch	Diverse Atommodelle (Antike bis Anfang 20. Jhd.) Per Arbeitsblatt oder Applet (z.B.. http://www.schulphysik.de/java/physlet/applets/rutherford.html)
Energiequantelung der Hüllelektronen (3 Ustd.)	erklären Linienspektren in Emission und Absorption sowie den Franck-Hertz-Versuch mit der Energiequantelung in der Atomhülle (E5),	Linienspektren, Franck-Hertz-Versuch	Linienspektren deuten auf diskrete Energien hin
Linienspektren (3 Ustd.)	stellen die Bedeutung des Franck-Hertz-Versuchs und der Experimente zu Linienspektren in Bezug auf die historische Bedeutung des Bohr'schen Atommodells dar (E7).	Durchstrahlung einer Na-Flamme mit Na- und Hg-Licht (Schattenbildung), Linienspektren von H	Demonstrationsversuch, Arbeitsblatt
Bohr'sche Postulate (2 Ustd.)	formulieren geeignete Kriterien zur Beurteilung des Bohr´schen Atommodells aus der Perspektive der klassischen und der Quantenphysik (B1, B4),	Literatur, Arbeitsblatt	Berechnung der Energieniveaus, Bohr'scher Radius
10 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext: ***Physik in der Medizin (Bildgebende Verfahren, Radiologie)***

Leitfrage: Wie nutzt man Strahlung in der Medizin?

Inhaltliche Schwerpunkte: Ionisierende Strahlung, Radioaktiver Zerfall

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,

(E6) Modelle entwickeln sowie physikalisch-technische Prozesse mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen erklären oder vorhersagen,

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Ionisierende Strahlung: Detektoren (3 Ustd.)	benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6),	Geiger-Müller-Zählrohr, Arbeitsblatt Nebelkammer	Ggf. Schülermessungen mit Zählrohren (Alltagsgegenstände, Nulleffekt , Präparate etc.) Demonstration der Nebelkammer, ggf. Schülerbausatz Material zu Halbleiterdetektoren
Strahlungsarten (5 Ustd.)	erklären die Ablenkbarkeit von ionisierenden Strahlen in elektrischen und magnetischen Feldern sowie die Ionisierungsfähigkeit und Durchdringungsfähigkeit mit ihren Eigenschaften (UF3), erklären die Entstehung des Bremsspektrums und des charakteristischen Spektrums der Röntgenstrahlung (UF1), benennen Geiger-Müller-Zählrohr und Halbleiterdetektor als experimentelle Nachweismöglichkeiten für ionisierende Strahlung und unterscheiden diese hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Messung von Energien (E6), erläutern das Absorptionsgesetz für Gamma-Strahlung, auch für verschiedene Energien (UF3),	Absorption von α-, β-, γ-Strahlung Ablenkung von β-Strahlen im Magnetfeld Literatur (zur Röntgen- , Neutronen- und Schwerionenstrahlung)	Ggf. Absorption und Ablenkung in Schülerexperimenten
Dosimetrie (2 Ustd.)	erläutern in allgemein verständlicher Form bedeutsame Größen der Dosimetrie (Aktivität, Energie- und Äquivalentdosis) auch hinsichtlich der Vorschriften zum Strahlenschutz (K3),	Video zur Dosimetrie Auswertung von Berichten über Unfälle im kerntechnischen Bereich	

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Bildgebende Verfahren (4 Ustd.)	stellen die physikalischen Grundlagen von Röntgenaufnahmen und Szintigrammen als bildgebende Verfahren dar (UF4), beurteilen Nutzen und Risiken ionisierender Strahlung unter verschiedenen Aspekten (B4),	Schülervorträge auf fachlich angemessenem Niveau (mit adäquaten fachsprachlichen Formulierungen) Ggf. Exkursion zur radiologischen Abteilung des Krankenhauses	Nutzung von Strahlung zur Diagnose und zur Therapie bei Krankheiten des Menschen (von Lebewesen) sowie zur Kontrolle bei technischen Anlagen
14 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext: ***(Erdgeschichtliche) Altersbestimmungen***

Leitfrage: Wie funktioniert die 14C-Methode?

Inhaltliche Schwerpunkte: Radioaktiver Zerfall

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF2) zur Lösung physikalischer Probleme zielführend Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen physikalischen Größen angemessen und begründet auswählen,

(E5) Daten qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Radioaktiver Zerfall: Kernkräfte (1 Ustd.)	benennen Protonen und Neutronen als Kernbausteine, identifizieren Isotope und erläutern den Aufbau einer Nuklidkarte (UF1),	Ausschnitt aus Nuklidkarte	Aufbauend auf Physik- und Chemieunterreicht der S I
Zerfallsprozesse (7 Ustd.)	identifizieren natürliche Zerfallsreihen sowie künstlich herbeigeführte Kernumwandlungsprozesse mithilfe der Nuklidkarte (UF2),	Elektronische Nuklidkarte	Umgang mit einer Nuklidkarte
	entwickeln Experimente zur Bestimmung der Halbwertszeit radioaktiver Substanzen (E4, E5), nutzen Hilfsmittel, um bei radioaktiven Zerfällen den funktionalen Zusammenhang zwischen Zeit und Abnahme der Stoffmenge sowie der Aktivität radioaktiver Substanzen zu ermitteln (K3), leiten das Gesetz für den radioaktiven Zerfall einschließlich eines Terms für die Halbwertszeit her (E6),	Radon-Messung im Schulkeller (Zentralabitur 2008) Tabellenkalkulation Ggf. CAS	Siehe http://www.physik-box.de/radon/radonseite.html Ggf. Auswertung mit Tabellenkalkulation durch Schüler Linearisierung, Quotientenmethode, Halbwertszeitabschätzung, ggf. logarithmische Auftragung Ansatz analog zur quantitativen Beschreibung von Kondensatorentladungen
Altersbestimmung (2 Ustd.)	bestimmen mithilfe des Zerfallsgesetzes das Alter von Materialien mit der C14-Methode (UF2),	Arbeitsblatt	Ggf. Uran-Blei-Datierung
10 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext: ***Energiegewinnung durch nukleare Prozesse***

Leitfrage: Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Inhaltliche Schwerpunkte: Kernspaltung und Kernfusion, Ionisierende Strahlung

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(B1) fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Kriterien bei Bewertungen von physikalischen oder technischen Sachverhalten unterscheiden und begründet gewichten,

(UF4) Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines vernetzten physikalischen Wissens erschließen und aufzeigen.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Kernspaltung und Kernfusion: Massendefekt, Äquivalenz von Masse und Energie, Bindungsenergie (2 Ustd.)	bewerten den Massendefekt hinsichtlich seiner Bedeutung für die Gewinnung von Energie (B1), bewerten an ausgewählten Beispielen Rollen und Beiträge von Physikerinnen und Physikern zu Erkenntnissen in der Kern- und Elementarteilchenphysik (B1),	Video zu Kernwaffenexplosion	Z.B. YouTube
Kettenreaktion (2 Ustd.)	erläutern die Entstehung einer Kettenreaktion als relevantes Merkmal für einen selbstablaufenden Prozess im Nuklearbereich (E6), beurteilen Nutzen und Risiken von Kernspaltung und Kernfusion anhand verschiedener Kriterien (B4),	Mausefallenmodell, Video, Applet	Videos zum Mausefallenmodell sind im Netz (z.B. bei YouTube) verfügbar
Kernspaltung, Kernfusion (5 Ustd.)	beschreiben Kernspaltung und Kernfusion unter Berücksichtigung von Bindungsenergien (quantitativ) und Kernkräften (qualitativ) (UF4), hinterfragen Darstellungen in Medien hinsichtlich technischer und sicherheitsrelevanter Aspekte der Energiegewinnung durch Spaltung und Fusion (B3, K4).	Diagramm *B*/*A* gegen *A*, Tabellenwerk, ggf. Applet Recherche in Literatur und Internet Schülerdiskussion, ggf. Fish Bowl, Amerikanische Debatte, Pro-Kontra-Diskussion	Z.B. http://www.leifiphysik.de Siehe http://www.sn.schule.de/~sud/methodenkompendium/module/2/1.htm
9 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Kontext*: Forschung am CERN und DESY – Elementarteilchen und ihre fundamentalen Wechselwirkungen*

Leitfrage: Was sind die kleinsten Bausteine der Materie?

Inhaltliche Schwerpunkte: Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen

Kompetenzschwerpunkte: Schülerinnen und Schüler können

(UF3) physikalische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,

(K2) zu physikalischen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen,

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Kernbausteine und Elementarteilchen (4 Ustd.)	systematisieren mithilfe des heutigen Standardmodells den Aufbau der Kernbausteine und erklären mit ihm Phänomene der Kernphysik (UF3),	Existenz von Quarks (Video) Internet (CERN / DESY)	Da in der Schule kaum Experimente zum Thema „Elementarteilchenphysik“ vorhanden sind, sollen besonders Rechercheaufgaben und Präsentationen im Unterricht genutzt werden. Internet: http://project-physicsteaching.web.cern.ch/project-physicsteaching/german/ Ggf. Schülerreferate
Kernkräfte Austauschteilchen der fundamentalen Wechselwirkungen (4 Ustd.)	vergleichen das Modell der Austauschteilchen im Bereich der Elementarteilchen mit dem Modell des Feldes (Vermittlung, Stärke und Reichweite der Wechselwirkungskräfte) (E6). erklären an Beispielen Teilchenumwandlungen im Standardmodell mithilfe der Heisenberg’schen Unschärferelation und der Energie-Masse-Äquivalenz (UF1).	Darstellung der Wechselwirkung mit Feynman-Graphen (anhand von Literatur)	Besonderer Hinweis auf andere Sichtweise der „Kraftübertragung“: Feldbegriff vs. Austauschteilchen Die Bedeutung der Gleichung $E=mc^2$ (den SuS bekannt aus Relativitätstheorie) in Verbindung mit der Heisenberg’schen Unschärferelation in der Form (den SuS bekannt aus Elementen der Quantenphysik) für die Möglichkeit des kurzzeitigen Entstehens von Austauschteilchen ist herauszustellen.

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

Inhalt (Ustd. à 45 min)	**Kompetenzen** Die Schülerinnen und Schüler…	**Experiment / Medium**	**Kommentar**
Aktuelle Forschung und offene Fragen der Elementarteilchenphysik (z.B. Higgs-Teilchen, Dunkle Materie, Dunkle Energie, Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie, …) (3 Ustd.)	recherchieren in Fachzeitschriften, Zeitungsartikeln bzw. Veröffentlichungen von Forschungseinrichtungen zu ausgewählten aktuellen Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik (K2),	Literatur und Recherche im Internet „CERN-Rap“: http://www.youtube.com/watch?v=7VshToyoGl8	Hier muss fortlaufend berücksichtigt werden, welches der aktuelle Stand der Forschung in der Elementarteilchenphysik ist (derzeit: Higgs-Teilchen, Dunkle Materie, Dunkle Energie, Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie, …) Der CERN-Rap gibt eine für Schülerinnen und Schüler motivierend dargestellte Übersicht über die aktuelle Forschung im Bereich der Elementarteilchenphysik
11 Ustd.	**Summe**		

Schulinternes Curriculum im Fach Physik

12. Projekte

Einzelne Schüler oder Schülergruppen nehmen an Wettbewerben wie *Jugend forscht* oder der *Physikolympiade* teil. In enger Kooperation mit der RWTH Aachen (z.B. ANTalive) ermöglichen wir besonders begabten Lernenden die Teilnahme an Seminaren. Hier können sie sogar schon Leistungsnachweise erwerben, die ihnen in einem späteren Studium anerkannt werden.